

3689  
MINISTRY OF THE INTERIOR, EGYPT.

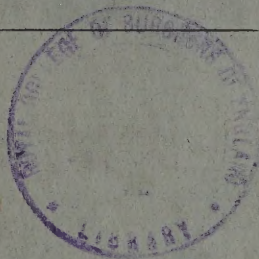
DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH.

# REPORTS AND NOTES

OF THE

PUBLIC HEALTH LABORATORIES,

CAIRO.



*(From the Public Health Laboratories, Department of Public Health, Cairo.)*

CAIRO.

GOVERNMENT PRESS.

To be obtained, either directly or through any Bookseller, from the GOVERNMENT PRESS, Boul.

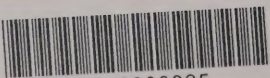
1918.

PRICE: P.T. 20.

+M

196





22503060825







MINISTRY OF THE INTERIOR, EGYPT.

---

DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH.

---

# REPORTS AND NOTES

OF THE

PUBLIC HEALTH LABORATORIES,

CAIRO.



*(From the Public Health Laboratories, Department of Public Health, Cairo.)*

CAIRO.

GOVERNMENT PRESS.

---

To be obtained, either directly or through any Bookseller, from the GOVERNMENT PRESS, Bââq.

---

1918.

**PRICE: P.T. 20.**

# REPORTS AND NOTES

## PUBLIC HEALTH LABORATORIES

CAIRO.

<b>WELLCOME LIBRARY</b>
<b>General Collections</b>
<b>+ M</b>
196

CAIRO

GOVERNMENT PRESS

Printed and Published by the Government Press, Cairo.

1917

PRICE: P.T. 20.



## ERRATA.

---

Pages 31-35 : The components given in the tables are expressed as percentages.

The alkalinity of ash is expressed in cubic centimetres of normal alkali per 100 grammes.

Page 49, line 9 from foot of page : For "*linoleic*" read "*linolenic*".

Page 107, line 7 (after the sub-heading "Alimentation") : For "grammes" read "milligrammes."







## CONTENTS.

---

	PAGE.
Preface ... ..	v
An Endemic Centre of Filarial Infection in the Neighbourhood of Cairo. By CHARLES TODD and R. G. WHITE ... ..	3
The Bacteriological Examination of 1,827 Cases of suspected "Enterica." By E. BEATON ... ..	11
Some Experiments on the Differentiation of Cow and Buffalo Milk. By CHARLES TODD ... ..	25
The Composition of Egyptian Cow Milk. By GEORGE HOGAN... ..	31
The Composition of Egyptian Goat Milk. By GEORGE HOGAN... ..	39
Egyptian Lettuce Oil. By E. GRIFFITHS-JONES ... ..	45
<i>Notice Historique et Statistique sur l'Institut Antirabique du Caire.</i> Par PIERRE DE VREGILLE... ..	55
<i>Conseils Pratiques pour les Analyses d'Eau.</i> Par ALFRED PAPPEL ... ..	85

---

## **PREFACE.**

---

The work of the Public Health Laboratories, which is carried out mainly for the Department of Public Health, but also for other Departments of the Egyptian Government, includes the preparation of a number of reports and notes on a variety of questions connected with hygiene. Most of these questions are of local or departmental interest, and as it is important that the information contained in these reports should be made accessible both to Medical Officers of the Department and to others interested in local sanitary questions, it has been decided to publish a series of these laboratory reports and notes for local circulation.

As it is often inadvisable to postpone the publication of useful information until the work is sufficiently complete to form the subject of a detailed paper, it is proposed to issue short collections of these reports at irregular intervals as occasion demands. This will allow of the inclusion of notes which, though valuable, may be too short for separate publication.

C. TODD,

*Director, Public Health Laboratories.*



**AN ENDEMIC CENTRE OF FILARIAL INFECTION  
IN THE NEIGHBOURHOOD OF CAIRO.**





# AN ENDEMIC CENTRE OF FILARIAL INFECTION IN THE NEIGHBOURHOOD OF CAIRO.

BY

CHARLES TODD,

*Director, Public Health Laboratories,*

AND

R. G. WHITE,

*Acting Sub-director, Public Health Laboratories.*

In the autumn of 1910, Mr. Branch, of the Veterinary Service, Egyptian Government, drew our attention to the existence of a number of cases of swollen legs amongst the inhabitants of the village of Abu Ruweish in the mudiriya of Giza, and was good enough to accompany one of us on a visit to this village, which is situated on the edge of the cultivated land about twelve kilometres due west of Cairo and some eight kilometres north of the Pyramids of Giza. In the course of an afternoon spent there we succeeded in seeing several cases of this condition, which had all the appearance of typical filarial elephantiasis, and were told that the condition was very common both in Abu Ruweish and in the neighbouring villages.

As filarial infection was not then known to be endemic in any part of Egypt other than the Mediterranean littoral, it was decided to make some attempt to investigate the nature and distribution of the disease in Abu Ruweish and the neighbourhood.

As our presence in the village was obviously regarded with considerable suspicion by the inhabitants and the few cases seen were produced with reluctance, it was decided that the best way to obtain information as to the occurrence and nature of the cases of elephantiasis was to establish a small tent hospital in the neighbourhood of the village and to obtain the confidence of the inhabitants in the course of general treatment of their minor ailments. A small tent dispensary was accordingly erected in the vicinity of the village, and the Omdas of Abu Ruweish and neighbouring villages were interviewed and informed that all cases of sickness presenting themselves would receive out-patient treatment. The inhabitants at once freely availed themselves of this, and it was thus possible in a very short time to obtain a good general idea of the health conditions of the population. In this way probably a considerable proportion of the cases of elephantiasis in Abu Ruweish were seen, as well as some from the surrounding villages.

During the three weeks in which the dispensary was working, twenty-five cases of elephantiasis were seen; of these, fifteen were from the village of Abu Ruweish, five from Kirdasa, four from Beni Magdûl and one from Kafr Hakîm.

Nineteen of the cases were males and six females. It would therefore appear that the condition is more common among males, although this is by no means certain, as the women, especially in Egypt, are less likely to present themselves for treatment.

As regards the parts affected, with one exception—a case of lymph scrotum—the lower extremities were involved, the cases being as follows:—

Elephantiasis of one leg or foot	...	...	...	...	...	...	...	15
„ „ both legs or feet	...	...	...	...	...	...	...	7
„ „ „ „ and upper extremities	...	...	...	...	...	...	...	2
„ „ scrotum	...	...	...	...	...	...	...	1
								<u>25</u>

The history of these cases is interesting as showing that the endemic infection of this area is of very long standing. In many cases the patients could give no definite statement of the

duration of the disease, but in one case there was a definite history that the patient had suffered from elephantiasis for sixty-two years. Another patient had had the condition for fifty years and another for forty-five years; of the remainder, histories of from twenty-five years to three months were given.

Almost all the patients gave a history of an attack of fever followed by the characteristic swelling and then subsequent febrile attacks at intervals, commonly associated with an exacerbation of the swelling of the affected part. These febrile attacks were commonly described as occurring two or three times a year, but in some cases were more frequent, one man describing attacks occurring about twice a month.

The blood of all the cases of elephantiasis seen was examined for the presence of microfilariae and in no case were these found, but as it was generally impossible to see these patients at night the blood samples were collected from all the cases during the day, and only from a certain proportion was it possible to obtain specimens late in the evening. At the same time, however, the blood of one or two patients attending the clinic for other diseases and showing no signs of elephantiasis, taken late in the evening, was found to contain microfilariae.

In order to obtain some definite idea of the extent of the infection in Abu Ruweish and in the neighbouring villages, it was necessary that these villages should be visited at night and specimens of the blood of as many of the inhabitants as possible collected in order to obtain some actual figures of the percentage affected. As this could not be undertaken until after the dispensary had been removed from the vicinity of Abu Ruweish, such visits to the villages involved a long double journey undertaken at night and a tedious process of house-to-house visitation. Anyone acquainted with the conditions of life in a small Egyptian village will appreciate the difficulties encountered in such nocturnal work. Thanks, however, to the energy and tact of our able assistant, Dr. Kafafy, these difficulties were satisfactorily overcome and six villages were so visited and a total of 438 blood films were taken between the hours of 10 and 12 p.m. These specimens were examined in the laboratory for microfilariae with the following result :—

Village.	Number examined.	Positive.	Per Cent infected.
Abu Ruweish ... ..	61	29	47·5
Beni Magdûl ... ..	76	19	25
Kirdâsa ... ..	79	23	28
Kafr Khatâti ... ..	91	37	40
Kafr Nassâr ... ..	74	12	16
Kafr el Simmân ... ..	57	5	9
	438	125	

The method of examination employed was to take a large drop of blood on the centre of a microscopical slide—the blood was not smeared on the slide, but only sufficiently distributed to ensure reasonably rapid drying. The specimens were subsequently examined under a low power after the removal of the hæmoglobin either by soaking in distilled water or by exposing them to a very gentle stream of ordinary tap water. In some cases the preparations were stained, but for routine work this was not found necessary. The number of microfilariae met with in a drop of blood varied from one to forty or fifty, and the occurrence of a considerable number of specimens in which only one microfilaria was found leads to the belief that a certain number of the negative cases would have proved positive had a larger amount of blood been examined or had the same individuals been examined on several occasions, as we know that the number of microfilariae in the blood of an infected individual undergo considerable variations and may for short periods completely disappear from the peripheral blood.

For this reason the percentages given above are certainly lower than the true figures, though they probably give a fairly accurate idea of the relative degree of infection of the villages concerned.



Careful records were kept of the names and addresses of all the individuals whose blood was examined, together with the results of the examination, with a view, if possible, to a later investigation of their subsequent history.

The age distribution of the infected cases was as follows :—

**Age Distribution of Population infected with *Microfilaria*.**

**N.B.**—This Table does not include cases in which no age was given.

Locality.	From 0-19.*				From 20-40.				From 41-60.				Over 60.			
	Male.		Female.		Male.		Female.		Male.		Female.		Male.		Female.	
	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.	Exam.	Posit.
Abu Ruweish ...	12	8	—	—	38	19	—	—	11	2	—	—	—	—	—	—
Beni Magdûl ...	19	2	—	—	50	16	—	—	7	1	—	—	—	—	—	—
Kirdâsa ...	16	5	—	—	55	16	—	—	8	1	—	—	—	—	—	—
Kafr Ghatâti ...	21	5	4	1	38	16	6	3	20	12	—	—	2	—	—	—
Kafr Nassâr ...	26	3	3	—	31	7	—	—	10	1	—	—	4	1	—	—
Kafr el Simmân	6	1	1	—	28	1	—	—	12	2	—	—	2	—	—	—
	100	24	8	1	240	75	6	3	68	19	—	—	8	1	—	—
	Number of cases infected :— 25 out of 108 = 23·15 %				Number of cases infected :— 78 out of 246 = 31·7 %				Number of cases infected :— 19 out of 68 = 28 %				Number of cases infected :— 1 out of 8 = 12·5 %			

\* These were mostly young adults, as very few children under twelve years of age were examined.

It thus appears that we have, in this district, a comparatively small and apparently limited area within which a very large proportion of the population is infected with filaria. The intensity of the infection is very high near the centre of the area, as in the villages of Abu Ruweish and Kafr Ghatâti, where probably not less than 50 per cent of the whole population are infected. As we proceed southwards from this centre the percentage of infected individuals rapidly falls to a comparatively low figure. Unfortunately, we have not as yet sufficient data to enable us to delimit the area of infection, but it would appear to be comparatively small, as cases of elephantiasis are said either not to occur or to be very rare in the surrounding villages. It is most desirable, however, that this should be gone into, and the examination of the blood of the inhabitants of these villages would settle the point.

A thorough investigation of the whole area in question would be of the greatest interest and might throw some light on this at present unexplained curious distribution of endemic filarial infection.

As pointed out above, the district of Abu Ruweish appears to have been a centre of this infection for at least fifty years, and in the present state of our knowledge it is a most astonishing fact that the infection should have remained comparatively limited, seeing that there is an abundance of mosquitoes known to be capable of carrying the disease and no lack of infected persons for their infection. The villages in this area do not appear to differ in any way from other Egyptian villages where elephantiasis is unknown, either as regards their water supply, breeding places for mosquitoes, or other conditions likely to affect the spread of the infection.

The only point of interest, as possibly having some bearing on the question, noted by us was that a desert road from the Oasis of Siwa enters the cultivated land near Abu Ruweish, and we were told that from time to time caravans from this oasis visited the village of Kirdâsa, where a considerable market is held. As there appeared to be remote possibility that in the past the infection might have been introduced by Siwans visiting the district, some enquiries into the existence or otherwise of filarial infection in the Oasis of Siwa were made, and Dr. Sobhy, who had then been Medical Officer in the oasis for thirteen months, informed us that he had not seen any cases of elephantiasis there. Dr. Sobhy also obtained blood taken at night from twenty-eight Siwans and these were examined in the laboratory, but in no case were microfilaria found.

It is worthy of note that a similar examination of the blood of thirty of the inhabitants of the Oasis of Bahariya taken at night also gave a completely negative result.

The strangely irregular distribution of filarial infection has been observed in other countries, but is at present quite unexplained. Low ("Journal of Trop. Med. and Hygiene") examined the blood, taken at night, of a large number of the inhabitants of different islands in the West Indies and was struck by the great variability in the amount of filarial disease in the different islands. Thus, in St. Kitts, 32.8 per cent of the population was found to be infected with *filaria nocturna*; in Barbadoes 12.6 per cent; in Trinidad 10.7 per cent; in Dominica 7.6 per cent; in St. Vincent 6 per cent and in both Grenada and Carriacou 0 per cent.

Bahr ("Parasitology," vol. 7, 1914-1915, p. 128) notes that it is a matter of common observation in Ceylon that elephantiasis is definitely limited to certain areas, and that in the endemic areas the topographical distribution of microfilariæ in the blood is apparently of a most capricious character, some of the villages having at least 26 per cent of the inhabitants infected, while neighbouring villages are quite free from the parasite and its associated diseases. The same observer ("Filariasis and Elephantiasis in Fiji," London, 1912, p. 8) found that this was also the case in the Fiji Islands.

As our observations were only concerned with the distribution of the infection, no special attention was paid to the critical examination of the parasite. The morphological appearances of the microfilariæ and the character of the periodicity corresponded with those of the microfilariæ of *filaria Bancrofti*, but without an examination of the parent worms a definite identification would not be justifiable.

Elephantiasis has been known in Egypt from a very early date. Lucretius (*De Rerum Natura*, Munro's translation) speaks "of the elephant disease which is generated beside the streams of Nile in the midst of Egypt and nowhere else," and Lane-Poole ("Story of Cairo," London, 1906) states that 'Abd. el 'Aziz, son of the caliph Marwân, bought the monastery at Tamweyh from the monks and went there in order to be cured of elephantiasis in the sulphur springs of Helwân about the end of the seventh century. The Arabian physicians of the ninth and tenth centuries described a disease "Da-el fil" (the elephant disease). It is probable, however, that this expression covered both elephantiasis and leprosy. The Mediterranean littoral of Egypt and particularly the ports of Damietta and Rosetta have long been known as centres of the disease, and the cases of elephantiasis seen at Qasr el 'Aini hospital in Cairo usually come from one of these two towns. So far as we are aware, no information is available as to the extent of filarial infection in these districts, but it is certain that an investigation of these areas would yield most interesting results. In December 1910 we paid a short visit to Damietta and in the course of three days were able to see thirty-four cases of elephantiasis, some of which were in a very advanced condition. Unfortunately, it was not possible at the time to make any blood examination in the neighbourhood.

It is probable that investigation would reveal the presence of endemic foci of the disease in other parts of Egypt, as microfilariæ are occasionally met with in the blood of individuals who have not lived in localities known to be endemically infected. Thus, in December 1910, with a view to seeing if filarial infection was common in Cairo, the blood of thirty-eight patients and attendants in the Cairo Fever Hospital were taken at night and examined for microfilariæ. The specimens were all negative with the exception of two, both of which were from hospital attendants. It is interesting that these two infected men came from the village of Abnûb (Asyût mudiriya), where they inhabited adjoining houses.

It is most desirable that information should be collected with a view to extending our knowledge of the distribution of filaria in Egypt, and probably the most hopeful method of rapidly detecting foci of the infection would be the collection of information throughout the country as to the existence of cases of elephantiasis, as the occurrence of these cases will probably be found to centre round certain infected districts, and the existence of the endemic filarial infection could then be proved



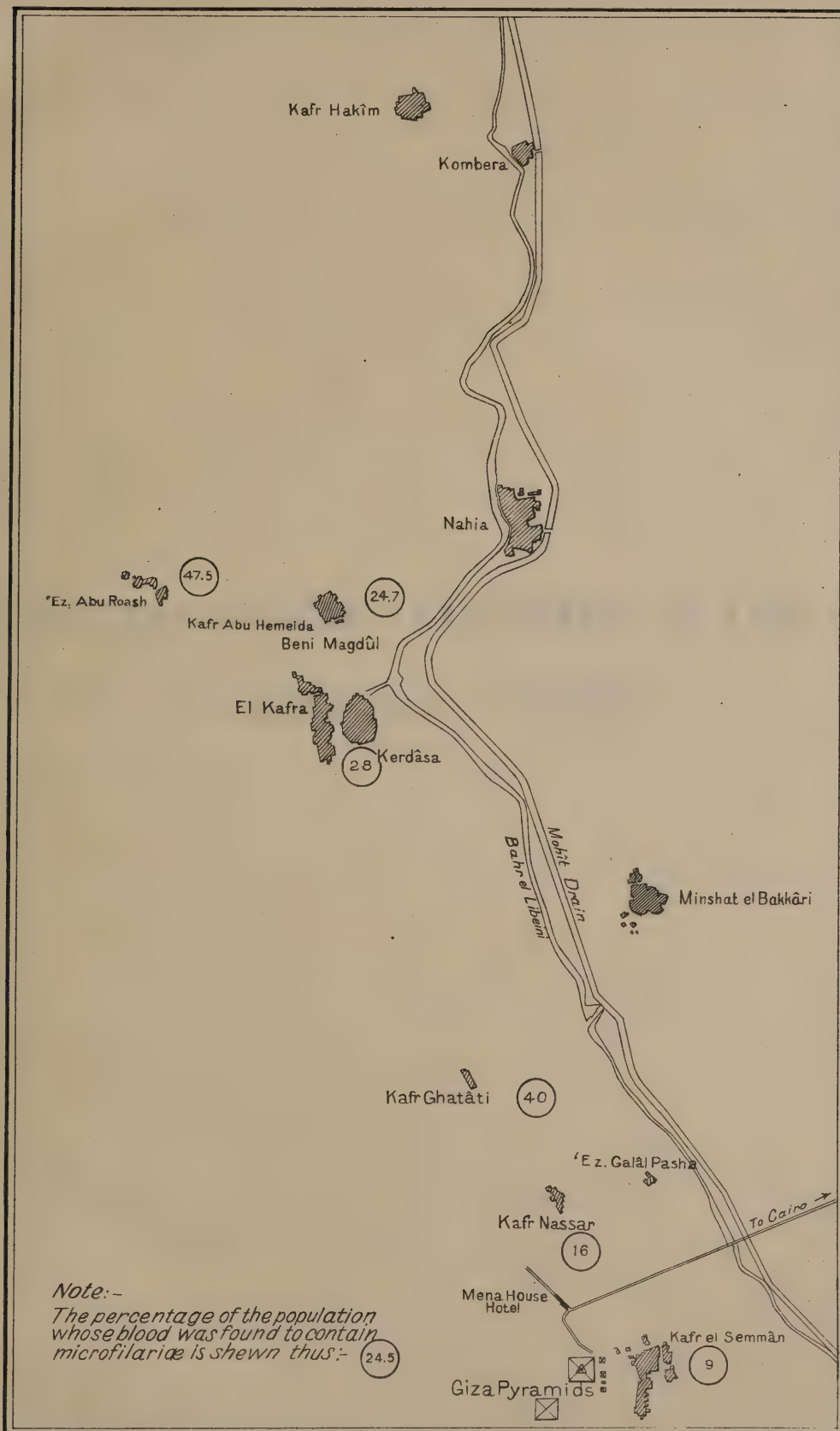
by systematic examination of the blood of the population of the area in question. As a very small proportion of the cases of elephantiasis come under the notice of the Medical Officers of the Department of Public Health, it would be necessary for the Medical Officers to make specific enquiries of the Omdas as to the occurrence of any such cases.

The examination of the blood, taken at night, of the patients in the various hospitals of the Department and also of the inmates of the different prisons would afford valuable information. The detection of the microfilaria presents no difficulty and could easily be carried out on the spot by any Medical Officer possessing a suitable microscope. Where such did not exist, the specimens could be sent to Cairo for examination. In all cases examined, the name, age, sex and place of abode would of course be noted.

---



# MAP OF THE ENDEMICALLY INFECTED DISTRICT



Reproduced at the Survey of Egypt, 1918. (18/347)

Scale 1:50,000





**THE BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF 1,827 CASES  
OF SUSPECTED "ENTERICA."**





# THE BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF 1,827 CASES OF SUSPECTED "ENTERICA"

Occurring in the British Army during the period September 1915 to April 1916.

BY

E. BEATON,

*Bacteriologist, Public Health Laboratories.*

---

During the last four months of 1915 and the early part of 1916 the Public Health Laboratories, at that time constituted the Central Bacteriological Laboratory for Cairo, undertook the bacteriological examination of the cases of enterica which were occurring in Cairo or being received in Cairo from other parts of Egypt and from the neighbouring military areas. The examination took the form of an examination of the blood, urine, and faeces of the patients, with a view to isolating the causative organism; unfortunately, the amount of work entailed by the considerable number of specimens examined limited the investigation to the attempted isolation and identification of the typhoid and paratyphoid bacilli, and did not permit the consideration of certain subsidiary questions which present themselves in an investigation of this nature, especially with regard to the characters and possible pathogenicity of other bacteria in the cases from which typhoid or paratyphoid bacilli could not be obtained. The report deals, therefore, only with the search for typhoid and paratyphoid bacilli.

The report is divided into five parts, as follows:—

- (1) The methods of examination adopted.
- (2) The results of the investigation with regard to the proportion of positive results obtained, and, among these, to the relative proportion of the cases of typhoid, paratyphoid A, and paratyphoid B.
- (3) A consideration of such conclusions as may be drawn as to the value in diagnosis of the bacteriological examination of cases of enterica.
- (4) The characters of the typhoid and paratyphoid bacilli obtained.
- (5) A survey of the conclusions to be drawn from the investigation.

## I.—THE METHODS OF EXAMINATION ADOPTED.

The cases included in the report were all under treatment in the military hospitals in or around Cairo, and identical methods of collecting the material for examination were instituted. The specimens were obtained in the early morning whenever possible, and sent directly to the laboratory by some form of rapid conveyance. They were dealt with at once and thus any deterioration due to delay was reduced to a minimum.

### *Blood-Cultures.*

The method of cultivation adopted was that suggested by Conradi: the addition of a quantity of blood to a larger quantity of sterile bile, which has the doubly advantageous effect of preventing the clotting of the blood and of inhibiting any bactericidal action. Conradi himself

used a mixture of bile, peptone, and glycerine, but in this series simple sterile bile was employed, as at the beginning of the investigation it had already been established that this constituted a satisfactory medium. For a short period a solution of glycocholate of sodium was employed, but this had the disadvantage that if too much blood were added clotting occurred.

The hospitals were supplied with long test-tubes containing 10 c.c. of sterile ox-bile. Into these were injected 2 to 5 c.c. of the patient's blood, and the tubes sent to the laboratory. A tube on arrival was placed in the incubator and left for forty-eight hours. It was then shaken and a large loopful spread on an Endo-agar plate; the plate was examined after incubation for twenty-four hours. During a part of the time the original culture was left in the incubator for seventy-two hours and plated on the third day, but a series of specimens which were examined after two, and again after three days showed that the longer period had no advantage over the shorter.

#### *Fæces.*

No attempt was made to obtain the administration of drugs with a view to rendering the stools fluid, although it is possible that this would have tended to increase the probability of finding the offending organism. The material was sent to the laboratory in corked test-tubes. On receipt, if the stool was not already fluid, a thick suspension in bouillon was made and a large loopful spread on each of two plates of Endo's medium. Many varieties of medium have been advocated from time to time for the differential cultivation of the bacilli of the coli-typhoid group, but the reduced-fuchsin medium of Endo has been in use in the Public Health Laboratories for some years and has been found, if prepared with care and used only when in good condition, to give satisfactory results. (1) The typhoid and paratyphoid bacilli grow well on it, and although their colonies may be simulated in appearance by other of the non-lactose-fermenting coliform bacilli, this difficulty is inevitable, whatever variety of medium be used. The plates were incubated for twenty-four hours and at the end of this time, if suspicious colonies were present, several of these were subcultured, again on Endo's medium and in such a way that after a further period of twenty-four hours a single colony could be obtained from each subculture. Thus every culture to be examined in detail was obtained from a single colony from a culture which had itself originated from a single colony; to subculture from a single colony on the original plate is by no means a guarantee of purity.

#### *Urine.*

The specimens of urine examined had been obtained in the ordinary way, without special precautions other than the thorough cleansing of the vessel used. The specimens were not centrifuged, but two or three drops of each were spread on a plate of Endo's medium. The specimen was itself incubated for twenty-four hours and a drop again spread on a plate. Suspicious colonies from either plate were purified by subculture and examined.

#### *Identification of the Suspicious Colonies.*

Suspicious colonies, as mentioned above, were always purified by two subcultures before proceeding to identification. The exact procedure then followed was not the same throughout the series. For the greater part of the time the method adopted was to inoculate from the second subculture a bouillon-tube and a glucose-bouillon-tube, the latter containing litmus and having

---

(1) The Endo medium was prepared in the usual way, except that the reduction of the fuchsin was effected by a special preparation of sodium sulphite, viz. that supplied for photographic purposes by Lumière et Jougla, Paris. It has been found that with this preparation the reduction is more satisfactory than with ordinary commercial sulphite of sodium.



a small Durham's tube within it to demonstrate the presence of gas. After another twenty-four hours, *i.e.*, on the third day from the commencement of the examination, the glucose-tube was observed, and if it had become acid the bouillon-tube was examined by means of agglutinating-sera. Occasionally the growth in the glucose-tube showed that the organism was evidently not a member of the typhoid-paratyphoid group, revealing perhaps definite turbidity without acid-formation or the appearance of a pellicle, when further investigation was considered unnecessary, but usually the bouillon-culture was tested against the three sera, typhoid and paratyphoid A and B. Although the presence of gas in the glucose-broth tube may be taken to exclude the typhoid bacillus, the absence of gas after twenty-four hours by no means excludes the paratyphoid organisms. The result of the examination was reported on these observations, but all organisms thus found to be typhoid or paratyphoid bacilli were subsequently examined in more detail and some results are given in a later section.

During the latter part of the investigation, cultures of the isolated organism on agar were prepared and these were tested by means of agglutinating-sera. In a few instances, in which a negative result was obtained but in which the growth on Endo's medium had been suspicious, the organism was again tested with a positive result.

It must be admitted that the method of identification here adopted has resulted in a failure to detect any typhoid or paratyphoid bacilli which were not susceptible of agglutination by the corresponding serum, but in a routine examination it is necessary to establish a definite criterion on which to base a positive conclusion, and agglutination by the specific serum in a sufficient concentration is probably the most satisfactory that can be adopted.

## II.—THE RESULTS OF THE INVESTIGATION WITH REGARD TO THE PROPORTION OF POSITIVE RESULTS OBTAINED, AND, AMONG THESE, TO THE RELATIVE PROPORTION OF THE CASES OF TYPHOID, PARATYPHOID A, AND PARATYPHOID B.

Of the 1,827 cases examined, a positive result was obtained in 297, or 21 per cent. This figure is, however, of very little significance, either as an indication of the probable number of cases of enterica among those presenting the clinical features of this condition or as an expression of the value of bacteriological examinations in the diagnosis of these cases. The total number of specimens examined was 5,350, but the number from the individual cases varied considerably: from some, seven or more specimens having been received, from others only one. This variable factor may be called the degree of examination, and the cases have, for the particular purpose under consideration, been divided into seven categories, according to the degree of examination. The results are set forth in Table I.

TABLE I.

Group.	Degree of Examination.	Total.	Positive.	Positive per Cent.
I.	Six or more specimens, including a blood-culture ... ..	108	35	32
II.	Six or more specimens, but not including a blood-culture ...	68	8	12
III.	Four or five specimens, including a blood-culture ... ..	355	76	21
IV.	Four or five specimens, but not including a blood-culture ...	88	14	16
V.	Two or three specimens, including a blood-culture ... ..	292	71	24
VI.	Three specimens or less, not including a blood-culture ...	483	42	8
VII.	Blood-culture only ... ..	433	141	32
TOTAL ... ..		1,827	387	21

As the majority of these cases were examined only with a view to diagnosis, many of those from which the first or second specimen had proved positive were not examined further for this reason. Hence it will be obvious that a certain number of cases in groups V and VII would have



been in group I or III but for this factor. Had, therefore, the examination of the positive cases been carried out to the same extent as the negative cases, the various other factors which limited the degree of examination affecting the positive and negative cases equally, the percentage of positive cases in groups I and III would have been higher and those of groups V and VII lower than that actually found in each case. Groups II and IV were largely composed of convalescents examined to determine their freedom from bacilli before transference.

As already indicated, the cases termed positive were those from which *b. typhosus*, *b. paratyphosus A*, or *b. paratyphosus B* was obtained. The relative proportion in which these three organisms were found was :—

Typhoid ... ..	30 = 8 per cent.
Paratyphoid A ... ..	283 = 73 „
Paratyphoid B ... ..	74 = 19 „

Five cases of double infection were found, which have not been included in the figures, viz. :—

One case giving *b. paratyphosus A* from the blood and *b. typhosus* from the fæces.

Two cases giving *b. paratyphosus A* from the blood and *b. typhosus* from the urine.

Two cases giving *b. paratyphosus A* and *B* from the urine.

If the first three cases are included as cases of typhoid, they do not affect the percentage of cases of typhoid as represented by the nearest whole number.

### III.—A CONSIDERATION OF SUCH CONCLUSIONS AS MAY BE DRAWN AS TO THE VALUE IN DIAGNOSIS OF THE BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF CASES CLINICALLY ENTERICA.

Although the simplest and, under certain circumstances, the only practicable method of arriving at a diagnosis in a case suspected of enterica is that of the agglutination reaction, under certain conditions a bacteriological examination may be necessary. For example, the diagnosis may be required in the first week of the illness, when the agglutination reaction is not to be relied on, or the reaction may be indefinite or fail altogether in a case in which the clinical and other conditions point definitely to an enteric infection, or the agglutination reaction may be complicated and perhaps rendered useless by a recent inoculation, or again the question may not be one of simple diagnosis but of the continuance of infectivity in a convalescent or the presence of bacilli in a carrier. Under any of these circumstances it becomes necessary to look for the offending bacilli in order to arrive at a definite conclusion, and if the bacillus be found this conclusion is attained, but on the other hand, if the bacillus be not found, no definite conclusion is attained. While a positive result is, other than under exceptional conditions, conclusive, a negative result is regarded as having practically no significance, although a negative conclusion may be regarded as becoming more and more justifiable as the number of negative results increases. Now, all diagnosis, clinical, bacteriological or otherwise, resolves itself ultimately into a question of probability, although it is not often possible to express it as such in definite terms. It has, therefore, appeared worth while to employ the considerable number of examinations involved in this investigation in an effort to throw some light on the question of the degree of probability of arriving at a positive conclusion from the bacteriological investigation of a case of enterica. The results of the investigation of the blood, urine, and fæces have been considered separately.

#### *Blood-Cultures.*

The number of cases examined by blood-culture was 1,188, and of these the blood-culture was positive in 226, or 19 per cent.

The period of the illness at the time the blood-culture is made has been stated to be an important factor in the probability of obtaining a positive result. In a certain number of cases in this series

the time of the commencement of the illness was not stated, usually owing to difficulty in obtaining a reliable account in cases which had been moved to Cairo from other areas, but in 817 cases a fairly reliable report could be given ; the results so obtained are analysed in Table II.

TABLE II.  
**Blood-Cultures.**

	Total.	Positive.	Positive per Cent.
All cases ... ..	1,188	226	19
First week ... ..	199	65	33
Second week ... ..	355	60	17
Third week ... ..	145	13	9
Later than third week ... ..	118	8	7
Unknown ... ..	371	80	—

The results show that the probability of isolating the causative organism from the blood in the second week is only half that in the first week, and in the third week again only half that in the second week. It also shows that even in the fourth week in a certain proportion of cases the bacilli can still be obtained from the blood. In view of the comparative simplicity of taking a blood-culture and of dealing with it, a case should probably never be regarded as of too long standing to make this form of diagnosis worth a trial.

There remains for consideration the question of the actual value of a blood-culture in the diagnosis of a case of suspected enterica. The figures obtained and set forth in Table II cannot as a matter of fact be regarded as furnishing a definite elucidation of this point, as they themselves only show the percentage of positive results obtained in a number of suspected cases, while the datum actually required to answer the question is the proportion of positive results to be obtained from a number of cases not of suspected enterica but of definitely, *i.e.* bacteriologically-established typhoid or paratyphoid fever. The cases in this series were undoubtedly not all cases of enterica, but it is impossible to ascertain the number to be excluded on this basis. At first, however, it appeared that the point might be readily elucidated by selecting from the series those cases in which a blood-culture had been performed and which had been proved positive on other grounds, *viz.* by the isolation of the causal organism from the fæces or urine ; the proportion of positive and negative blood-cultures from these cases appeared capable of giving a definite indication of the probability of obtaining a positive result in a case of actual enterica. The cases, amounting to 116, were accordingly separated and analysed, but with a result which showed that they were not capable of employment for this purpose ; in fact, the proportion of positive blood-cultures among these cases, proved positive on other grounds, was less than that among all the cases taken together. The detrimental factor at work is undoubtedly that referred to above, *viz.* that the majority of the cases were examined with a view to diagnosis only and that in many instances a positive blood-culture in itself inhibited the further investigation of the case ; hence, by selecting any series of cases in which the urine or fæces were also examined, we are thereby exercising a bias in favour of negative blood-cultures. Evidently, therefore, this method of determining the proportion of positive blood-cultures in positive cases is fallacious, and it is necessary to evolve some other process if we are to make use of the investigation for this purpose. Now, we only wish to find the proportion of positive blood-cultures in positive cases, and therefore we may be permitted to make use of those methods of approximation which the ordinary laws of chance provide us with in the evolution of such a process. The question is, assuming that when we select a series of cases in which specimens of blood, fæces, and urine have been examined we leave behind a certain number of cases in which the blood only has been examined and found positive,



can we ascertain to any reasonable degree of approximation how many cases we have thus left behind? Now, if we have a known large number of red and white counters in a bag and we wish to know, without the exertion of counting them all, what approximately is the number of red or of white counters, we may take out a hundred at random and find the proportion of reds and whites among these and assume legitimately that this proportion holds for the whole number. Many processes in bacteriology and pathology, as well as in other sciences, have this form of operation as their basis, *e.g.* the enumeration of *B. coli* in water or of the polymorphonuclear leucocytes in the blood. Now, there is obviously no reason why we should not reverse the process and derive the part from the whole instead of the whole from the part. If among 1,188 blood-cultures we find a certain proportion of positive to negative results, and if from the 1,188 we select a sufficiently large number on any basis whatever, provided it is one which will not itself influence this proportion, we shall expect to find among the selected cases the same proportion of positive to negative results. If, on the other hand, there is some factor at work which influences this proportion, we can, if we know the direction in which the proportion is influenced, derive the values which would have existed had this factor not been at work.

Of the 1,188 blood-cultures there was approximately one positive to every four negative results (*see above*, 19 per cent).

Now, we may take a suitable series for our purpose, and such a series may be one consisting of all the cases in which a blood-culture and at least three specimens of fæces or urine were examined; we find that in such a series there were 463 cases (groups I and III, Table I). We find also that of these 463 cases, in all of which a blood-culture was examined, that in thirty-six the blood-culture was positive, *i.e.* in this series the proportion was thirty-six positive to 427 negative blood-cultures, approximately 1 : 12 as compared with the 1 : 4 of the whole series. This, then, has been the result of the tendency to stop the examination of cases with a positive blood-culture, since there is no other factor apparent which would have affected the proportion in this particular series. Therefore we may assume that but for this tendency approximately three times as many positive blood-cultures would have been included among these cases as are actually found there. <sup>(1)</sup>

Now, for the purpose of ascertaining the proportion of positive blood-cultures among cases found positive by the examination of the fæces or urine, excluding of course all cases found positive by the blood-culture only, we find that of eighty-seven such cases fifteen gave a positive blood-culture and seventy-two a negative, giving a proportion of positive blood-cultures of 17 per cent, from which, on the basis of the above reasoning, we may derive a proportion of forty-five positive to seventy-two negative cultures, or a proportion of positive cultures of 38 per cent. The results for the cultures taken at different periods of the illness, as actually found and as calculated with a view to excluding the reducing factor, are set forth in Table III.

TABLE III.

Period.	Observed.			Calculated to eliminate Reducing Factor.		
	Cases.	Positive.	Positive per Cent.	Cases.	Positive.	Positive per Cent.
All cases ... ..	87	15	17	117	45	38
First week ... ..	11	6	54	23	18	78
Second week ... ..	27	4	15	35	12	34
Later ... ..	27	2	7	31	8	19

<sup>(1)</sup> This may be expressed algebraically thus:—

Apart from the factor under consideration, there would have been  $463 + x$  cases, consisting of 427 negative and  $36 + x$  positive, since all the cases excluded by this factor were by assumption positive. And  $(36 + x) : 427 :: 1 : 4$ , *i.e.*  $x = 70$  and  $36 + x = 106$ , or approximately  $36 \times 3$ .



The proportion of the positive cultures given by the derived figures in the various periods of the disease can of course be regarded as approximate only within a large range of error, on account of the small numbers involved, but they may give some indication of the probability of obtaining a positive blood-culture in a case of enterica.

The figures probably still err in the direction of being too small, since the proportion 1 : 4 which was made the basis of the calculation is itself derived from suspected and not from actual cases of enterica ; had all the cases actually been enterica, the proportion of negative cultures would have been lower and the factor  $\times 3$  correspondingly higher.

### *Fæces.*

There is no point in determining the proportion of cases in which the fæces were examined and found positive, since, as already remarked, the totality of the cases contain an unknown and unattainable proportion not really enterica. It will, however, be of interest to elucidate three points from the data provided by the investigation, *viz.* :—

- (1) The proportion of positive cases in which the fæces were examined and in which the fæces were found positive.
- (2) The proportion of positive specimens of fæces found in positive cases of enterica.
- (3) The proportion of positive specimens of fæces in cases in which at least one specimen of fæces proved positive.

(1) To determine the proportion of positive cases in which the fæces proved positive it is necessary to limit the analysis to cases in which the fæces were examined and which were proved positive on other grounds than by the examination of the fæces, that is, by blood-culture or from the urine. Obviously, cases proved positive only by the examination of the fæces must be omitted. The result of this analysis is shown in Table IV, and since the number of specimens examined might be expected to influence considerably the probability of obtaining a positive specimen, the cases have been arranged in the table according to the number of specimens examined, the insertion of a case in the positive column indicating that at least one of the specimens proved positive.

TABLE IV.

Number of Specimens of Fæces examined.	Total.	Positive.	Positive per Cent.
One specimen ... ..	63	8	13
Two specimens ... ..	32	7	22
Three or more specimens ... ..	23	7	30
Total... ..	118	22	19

Since the specimens of fæces were examined after the blood-cultures and usually simultaneously with the specimens of urine, there is probably very little tendency to the distortion of these figures by the factor which was seen to have disturbed the analysis of the blood-cultures.

(2) To determine the proportion of positive specimens of fæces found in established cases of enterica it is also necessary to confine the analysis to cases proved positive by blood-culture or from the urine. The results of the analysis of the specimens from these cases is set forth in Table V.

TABLE V.

	Total Specimens.	Positive Specimens.	Positive Specimens per Cent.
Fæces from cases of enteric, established by blood-culture or from the urine ... ..	206	25	12
Fæces from all cases of enteric, in which at least one specimen of fæces proved positive ... ..	169	105	62

(3) When two or three specimens of fæces were examined, one of which proved positive, it was only exceptionally that the other one or two proved positive also, and in the event of more than three specimens being examined, in no case did all the specimens prove positive. For the consideration of the proportion of positive specimens found in cases in which at least one specimen of fæces proved positive, we may take all cases satisfying the condition, whether proved positive by the examination of the fæces only or otherwise. The results are given in Table V above.

Table VI gives a detailed account of the cases in which the fæces proved positive, the cases being divided into groups according to the number of specimens examined and these further into sub-groups according to the relative proportion of positive and negative specimens, the last column showing the number of cases falling into each sub-group.

TABLE VI.

**Fæces.**

Number of Specimens.	Positive.	Negative.	Number of Cases.
1	1	0	48
2	2	0	2
2	1	1	23
3	3	0	1
3	2	1	2
3	1	2	10
4	1	3	1
5	1	4	3
6	4	2	1
6	3	3	2
6	1	5	1

It will be seen that in forty-six cases in which two or more specimens were examined and in which at least one specimen proved positive, in only eight did more than one specimen prove positive.

*Urines.*

The analyses of the specimens of urine have been made in the same way as those of the fæces, showing :—

(1) The proportion of positive cases, proved positive by blood-culture or from the fæces in which the urine was examined and found positive, Table VII.

(2) The proportion of positive specimens found in these cases proved positive by blood-culture or from the fæces, Table VIII.

(3) The proportion of positive specimens of urine in cases from which at least one specimen of urine proved positive, Table VIII.

TABLE VII.

Number of Specimens of Urine examined.	Total.	Positive.	Positive per Cent.
One specimen ... ..	55	6	11
Two specimens ... ..	55	3	5
Three or more specimens .. ..	39	5	13
Total... ..	149	14	9

TABLE VIII.

	Total Specimens.	Positive Specimens.	Positive Specimens per Cent.
Urine from case of enterica, established by blood-culture or from the fæces ... ..	297	17	6
Urine from all cases of enteric, in which at least one specimen of urine proved positive ... ..	167	93	56

Table IX gives a detailed account of the cases in which the urine proved positive, the cases being divided into groups according to the number of specimens examined and these further into sub-groups according to the relative number of positive and negative specimens, the last column showing the number of cases falling into each group.

TABLE IX.

**Urines.**

Number of Specimens.	Positive.	Negative.	Number of Cases.
1	1	0	26
2	2	0	3
2	1	1	25
3	3	0	4
3	1	2	10
4	4	0	1
4	3	1	1
4	1	3	3
5	1	4	1
6	1	5	3

It will be seen that in fifty-one cases in which two or more specimens of urine were examined and in which at least one specimen proved positive, in only nine did more than one specimen prove positive.



#### IV.—THE CHARACTERS OF THE TYPHOID AND PARATYPHOID BACILLI OBTAINED.

As already stated, the identification of the organisms as typhoid or paratyphoid bacilli was made by the examination of the subcultures of suspicious colonies as to their agglutination by the three specific sera. Each organism in the series, therefore, may be taken as having shown definite agglutination with the corresponding serum, and the test was found to be very satisfactory and to give rise to no ambiguity in the interpretation of the results.

The tests other than agglutination which are chiefly employed at the present time for the differentiation of the members of coli-typhoid group are the so-called biological reactions, a term employed to indicate the action of the organism in question on certain chemical substances, especially carbohydrates, and on milk. The majority of the strains isolated have been examined with regard to their action on milk and on the five carbohydrates recommended by McConkey as most suitable for routine use, *viz.* lactose, saccharose, dulcitate, mannite, and glucose. The results are recorded below.

##### BACILLUS TYPHOSUS.

###### *Action on Carbohydrates.*

The typical reaction of the typhoid bacillus is that it should produce no change in lactose, saccharose, and dulcitate, and form acid but no gas in mannite and glucose. Of thirty strains examined, twenty-nine gave this typical reaction, although in one case the amount of acid formed from mannite was very small. In the case of one strain, a bacillus isolated from the urine, no acid was formed from mannite after five days; the strain was agglutinated by a typhoid serum at a dilution of 1 in 1,600.

###### *Action on Milk.*

Thirteen strains were examined as to their action on litmus-milk. All gave rise to a definitely acid reaction within the first twenty-four hours, and this persisted for over a week in every case. At the end of the second week, with a certain number of the strains the medium had lost its acidity, and by the end of the third week a diminution in acidity had occurred in every case; five strains showed a reduced acidity, six had returned to the original colour of the medium, and two had become definitely alkaline. No clotting occurred.

##### BACILLUS PARATYPHOSUS A.

###### *Action on Carbohydrates.*

The typical reaction of the paratyphoid bacilli, which they share with Gaertner's bacillus and other members of this group, is that they should produce no change in lactose and saccharose and form acid and gas in dulcitate, mannite, and glucose. The strains of *b. paratyphosus A* isolated proved to be very erratic in their action and to present in this respect a striking contrast to the strains of *b. typhosus* and of *b. paratyphosus B*. While conforming to type in their action on lactose and saccharose (although it must be admitted that a definitely lactose-fermenting organism would have therefrom escaped recognition), they presented a considerable amount of variety in their action on dulcitate, mannite, and glucose. The results, which indicate the condition observed after five days, are set out in Table X. It will be noticed that of 303 strains examined, 238 gave the typical reaction to some degree, although only ninety-four produced a sufficient quantity of acid and gas for the reaction to be considered wholly typical.

The two strains giving acid only in mannite and glucose, the typical reaction of *b. typhosus*, were agglutinated by a paratyphoid A serum at a dilution of 1 in 500 and were not agglutinated by a typhoid serum.

### *Action on Milk.*

Two hundred strains were examined as to their action on litmus-milk. All produced acid after three days, without the formation of a clot, and all remained acid after thirty days, still without clotting. This constitutes the typical reaction.

## BACILLUS PARATYPHOSUS B.

### *Action on Carbohydrates.*

The typical reaction of this organism is that of the group, *viz.* the absence of change in lactose and saccharose and the formation of acid and gas in dulcite, mannite, and glucose. Of seventy-eight strains examined, all gave the typical reaction. In two strains the quantity of gas formed from dulcite and glucose was very small.

### *Action on Milk.*

Twenty-four strains were examined as to their action on litmus-milk. All produced acid during the first twenty-four hours and this reaction persisted on the second day. On the third day more than half of the strains showed a definite alkalinity and at the end of the first week with twenty strains the medium was definitely alkaline. After three weeks all the strains showed a strongly alkaline reaction.

## V.—A SURVEY OF THE CONCLUSIONS TO BE DRAWN FROM THE INVESTIGATION.

The most important and the most definite conclusion to be drawn from the data here recorded is the relative proportion of cases of typhoid and of paratyphoid A and B found in the cases of enterica among the troops from whom the material was drawn, *viz.* those in Egypt and those on the Gallipoli Peninsula. Unfortunately, in the majority of cases no record was given as to whether the disease was contracted in Egypt or on Gallipoli, but in sixty-two cases, all occurring during the last four months of the period under consideration, the place of infection is stated; these cases may be summarized as follows :—

	Cases.	Typhoid.	Paratyphoid A.	Paratyphoid B.
		Per Cent.	Per Cent.	Per Cent.
Gallipoli ... ..	22	0	82	18
Egypt ... ..	40	5	87.5	7.5

The variation of these figures from those derived from the whole series is to be ascribed partly to the small numbers involved, partly to the fact that a relative increase in the amount of paratyphoid A fever did occur during the latter part of the period. They are given here, however, to show that the high proportion of cases of paratyphoid A fever found in the whole series applies at least as much to the cases originating in Egypt as to those originating elsewhere. No definite information is available as to the amount of paratyphoid fever in Egypt before the war, but it may be said that paratyphoid B occurred, although to a much smaller extent than typhoid, while cases of paratyphoid A, although probably occurring occasionally, were very rare. These conclusions are drawn entirely from the results of agglutination tests, and it may be assumed for all practical purposes that paratyphoid A was not endemic in the country.

It is probably too early yet to determine whether paratyphoid A will become established as one of the endemic diseases of this country, but this should in due course constitute an interesting point in connexion with our knowledge of the factors determining the existence of endemic diseases, and a curve based on the relative proportion of cases of typhoid, paratyphoid A, and paratyphoid B occurring in Egypt during the next few years should throw some light on the question of how

far the absence of this disease from a geographical area may be due to the fact that it has never been adequately introduced into the area and how far to the lack of conditions suitable for its development. The figures derived from the specimens sent to the Public Health Laboratories during the last year may be given here, divided into two periods of six months; the cases all occurred among the civil population and the figures are derived wholly from the results of the agglutination reactions.

	Typhoid.	Paratyphoid A.	Paratyphoid B.
July to December 1916 ...	82	5	10
January to June 1917 ...	70	8	16

A certain number of cases which gave agglutination with more than one type of bacillus have been interpreted according to the degree of agglutination with the two or three types. As far as the figures have any significance they speak for themselves, but, as remarked above, it is too early yet to attain any appreciation of the extent to which paratyphoid A fever is likely to establish itself in this country.

TABLE X.

**Action of Strains of "b. Paratyphosus A" on Carbohydrates.**

A=acid-formation. AG=acid and gas.

sA=slight acid-formation.

sAG=slight acid-formation and a bubble of gas only.

AsG=full acid-formation, but a bubble of gas only.

Lactose.	Saccharose.	Dulcitol.	Mannitol.	Glucose.	Number of Strains.
0	0	AG	AG	AG	94
0	0	AsG	AG	AG	55
0	0	AsG	AsG	AG	12
0	0	AG	AsG	AsG	3
0	0	AsG	AG	AsG	10
0	0	AsG	AsG	AsG	18
0	0	AG	AG	AsG	9
0	0	sAG	AG	AG	29
0	0	sAG	sAG	AG	5
0	0	sAG	sAG	AsG	1
0	0	sAG	AG	AsG	2
0	0	sA	AG	AG	9
0	0	A	sAG	AG	3
0	0	A	AsG	AG	4
0	0	A	AsG	AsG	1
0	0	A	A	AG	2
0	0	A	AG	AG	7
0	0	sA	A	AsG	1
0	0	sA	AsG	AG	1
0	0	0	AG	AG	5
0	0	0	AsG	AsG	4
0	0	0	A	A	2
0	0	0	A	AsG	2
0	0	0	AG	AsG	1
0	0	0	AsG	AG	1
0	0	AG	A	AG	2
0	0	sAG	A	AG	1
0	0	AsG	A	AG	6
0	0	AsG	A	AsG	1
0	0	AG	AsG	A	2
0	0	AG	AG	A	4
0	0	AsG	AsG	A	3
0	0	AsG	AG	A	4



**SOME EXPERIMENTS ON THE DIFFERENTIATION  
OF COW AND BUFFALO MILK.**



# SOME EXPERIMENTS ON THE DIFFERENTIATION OF COW AND BUFFALO MILK.

BY

CHARLES TODD,

*Director, Public Health Laboratories.*

While the milk retailed in Egypt is commonly that of the Egyptian buffalo, a certain amount of cow's milk is also sold, especially in the larger towns, and as cow's milk is much poorer in fat than buffalo milk, it is necessary to fix different standards for the fat content of the genuine milk from these two animals.

As the result of the examination of the milk of a large number of buffaloes and cows in Cairo by Messrs. Pappel and Hogan in these laboratories, the Department of Public Health has adopted the following standards for the two kinds of milk:—

	Fat.	Solids not Fat.
	Per Cent.	Per Cent.
Buffalo ... ..	5	8.5
Cow ... ..	3	8.5

and figures below these are regarded as presumptive evidence of adulteration. In applying these standards it is often necessary to know whether the specimen of milk in question is from the buffalo or the cow before an opinion as to its genuineness can be given. For example, a milk containing 4 per cent of fat and 9 per cent of solids not fat would be passed as genuine if cow's milk, and condemned if buffalo milk. Fortunately, in the case of the unmixed milk this presents no difficulty, as the yellow colour of fat of cow's milk quite clearly differentiates this milk from that of the buffalo, but in the case of the mixed milk of the two animals this indication loses its value, particularly in mixtures where one kind of milk largely predominates, and it is quite impossible to detect the addition of say 20 per cent of cow's milk to buffalo milk or vice versa. Any test which would indicate the presence of comparatively small quantities of one milk in the presence of the other would therefore be of great value, and the following experiments were made in the attempt to determine some method of detecting such additions.

As, apart from their different fat-content, the milks of the buffalo and cow show no constant difference demonstrable either by chemical analysis or by physical methods, some biological test seems the only possibility and the precipitin reaction is probably the most hopeful.

BORDET in 1899 showed that if rabbits are inoculated intraperitoneally with milk (previously heated at 65° C. for an hour in order to render it at any rate partially sterile), their serum develops a precipitin for the casein of the milk, and FISHER, in 1900, showed that the precipitin so obtained was specific, *i.e.* a precipitin made by the injection of cow milk gave a precipitate with cow milk but not with human or goat's milk. Subsequent work has, however, shown that the precipitins formed by the injection of animals with various proteins are only specific within certain limits, and that when the proteins are derived from animals of closely allied races differentiation is often impossible in this way. Thus the serum of rabbits which have been immunized with horse's blood precipitates not only the blood of the horse but also that of the donkey and mule.



UHLENHUTH attempted to overcome this difficulty by his method of "crossed immunization," in which he immunized one of the closely allied species with the blood of the other (*e.g.* rabbits with hare's blood). In some instances, as in the case of the rabbit and hare and of the monkey and man, he succeeded in obtaining sera capable of differentiating the two species, but the method was not universally applicable and experiments with the horse and donkey and sheep and goat were not successful.

In attempting the preparation of specific precipitin sera for such closely allied species as the cow and buffalo, there appeared to be very little probability that specific sera would be obtained by the immunization of rabbits and it was accordingly decided to try the "crossed immunization" method, a buffalo being immunized with cow milk and a bull with *gamús* milk.

The milk for these experiments was obtained as fresh as possible, centrifuged to remove most of the fat, and then preserved by the addition of  $\frac{1}{4}$  per cent chloroform, which was removed before use by a current of sterile air. The animals immunized were a female Egyptian buffalo and one of the small Cyprus cattle (a bull), the former with cow milk and the latter with buffalo milk. Each animal received three injections—of a half, one, and two litres respectively—at intervals of about a week. After a further interval of ten days they were bled and their sera examined.

In testing the sera, varying quantities of these were added to 1 c.c. of a 10 per cent dilution of the centrifuged milk, the tests being made in small test tubes, which were placed in the incubator at 37° C. for two hours and then allowed to stand overnight in the ice-safe, the volume of the precipitate in the tubes being noted next morning.

The case of the buffalo immunized with cow milk may be at once dismissed, as the amount of precipitin formed was excessively small. The addition of the immune serum to a 10 per cent dilution of milk caused no immediate precipitate. Next morning a very slight precipitate was visible both in the tubes of cow and of buffalo milk, being somewhat larger in the former, but in both cases it was so small as to be of no practical value.

The serum of the bull immunized with buffalo milk was more interesting, and when tested on the two kinds of milk, gave the following results:—

Immune Ox (v. Buffalo) Serum.	Buffalo Milk.	Cow Milk.
	1 c.c. of a 10 per cent Dilution.	1 c.c. of a 10 per cent Dilution.
c.c.		
1.00	Very heavy precipitate.	Heavy precipitate.
0.50	Heavy precipitate.	Definite precipitate.
0.25	Definite precipitate.	<i>Nil.</i>
0.10	<i>Nil.</i>	<i>Nil.</i>

The serum was therefore not specific for buffalo milk, but also precipitated cow milk, although in the case of the latter the precipitate was not so heavy.

On the assumption that the serum contained two specific precipitins—one for the buffalo and the other for the cow—it should be possible by a suitable addition of cow milk to remove all the precipitin for the cow and leave only the buffalo precipitin in the serum. In order to try this the serum was mixed with an equal volume of a 10 per cent dilution of cow milk, kept for two hours at 37° C. and then allowed to stand overnight in the ice-safe.

Next morning the clear supernatant fluid was pipetted off and tested against buffalo and cow milk respectively and gave a heavy precipitate with buffalo milk but no trace of precipitate with cow milk.

By this method of "exhaustion" it is thus possible to prepare a serum which is specific for the milk of the buffalo. With the serum so "exhausted" it was found that the addition to cow milk of 10 per cent of buffalo milk could be detected without difficulty.

Attempts to render the immune serum specific for the cow by "exhaustion" with buffalo milk were not successful, as this removed the precipitins for both animals.

In the earlier stages of these experiments the testing of the immune serum was carried out on "milk-serum" prepared by slowly running 100 c.c. of the milk into 7 c.c. of normal lactic acid at 40° C., the mixture being then cooled and filtered. The acid "milk-serum" so obtained had the advantage of being perfectly clear, so that a fine precipitate could be easily observed, but it was subsequently found that in practice the tests could be made with a 10 per cent dilution of the milk in saline, as the fine precipitate formed led to the agglutination and sedimentation of the particles of the milk emulsion. In this way the process of carrying out the tests was much simplified.

The antigen present in the acid "milk-serum" is precipitated on neutralizing the solution and can be again dissolved in dilute lactic acid.

The injection of animals with milk appears to lead to the formation in their serum of a whole series of antibodies and not only specific but also "group" precipitins result. In the case of the bull immunized with buffalo milk the immune serum precipitated not only the milks of the buffalo and cow but also that of the goat, and on "exhausting" with cow milk the precipitins both for the cow and goat were removed.

The original immune serum did not give any precipitate with the blood serum of either the buffalo or the cow, but was markedly hæmolytic for the red blood cells of both these animals in the presence of fresh guinea-pig serum, 1 c.c. of a 5 per cent suspension of the red cells being completely hæmolyzed by 1.0 c.c. and 0.3 c.c. of the immune serum in the case of the cow and the buffalo respectively after the addition of 0.1 c.c. of fresh guinea-pig serum.

#### CONCLUSIONS.

1. Immunization of the cow with buffalo milk gives rise to precipitins for the milk of the buffalo and cow and to a less extent for that of the goat.
2. By treatment of the above immune serum with cow milk the precipitins for the cow and goat may be removed, leaving the serum specific for buffalo milk.
3. The original immune serum does not precipitate the normal blood serum of either the buffalo or cow, but is hæmolytic for the red blood cells of both these animals.
4. The antigen in the milk is soluble in dilute acetic acid and is precipitated on neutralizing the solution.
5. Immunization of the buffalo with cow milk did not lead to more than traces of a precipitin.

#### REFERENCES.

PAPPEL and HOGAN, "The Composition of the Milk of Egyptian Animals" (from the Hygienic Institute, Department of Public Health, Cairo, 1914.)

BORDET, "*Le Mécanisme de l'Agglutination*" (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1899, p. 225).

FISH, "Studies on Lactoserum and other Cell-sera" ("Courier of Med.," St. Louis, February 1900.)

UHLENHUTH, WEIDANZ and WIDEMANN, *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt*, Bd. 28, 1908, p. 449.

---





**THE COMPOSITION OF EGYPTIAN COW MILK.**



# THE COMPOSITION OF EGYPTIAN COW MILK

(The Milk of Individual Animals).

BY

GEORGE HOGAN,

*Acting Chief Chemist, Public Health Laboratories,*

AND

A. AZADIAN,

*Assistant Chemist, Public Health Laboratories.*

This investigation was undertaken with the object of establishing standards for genuine milk in Egypt, being a continuation of the paper published from these laboratories on "The Composition of the Milk of Egyptian Animals" (Cairo, Government Press, 1914). The milk of individual animals, rather than the mixed milk of a number of animals, was examined, as it is a common practice in Egypt to sell separately the milk of individual cows.

## METHOD OF TAKING SAMPLES.

The milking was performed in the presence of a chemist, each animal being milked dry and particulars taken as to the amount of milk yielded and the age, condition, diet, period of lactation, and number of times which each animal had calved. The milk was thoroughly mixed and a portion taken for analysis.

149 samples were obtained in this way, each from a different animal. The figures obtained are given below :—

Number of Sample.	Date of Milking.	Quantity of Milk in Litres.	Total Solids.	Fat.	Solids not Fat.	Refractometer Reading of Serum at 30°C.
1	Oct. 23, 1914	3½	13·4	3·8	9·6	38·1
2	"	2	15·15	5·3	9·85	36·6
3	"	4	13·55	4·0	9·55	38·0
4	"	2	16·85	7·7	9·15	37·3
5	"	2½	16·15	7·15	9·0	36·1
6	"	4	14·0	4·6	9·4	37·7
7	"	4	14·85	5·5	9·35	38·0
8	"	3½	14·1	5·0	9·1	38·7
9	"	2	13·15	4·0	9·15	37·5
10	Nov. 12, 1914	3	14·2	5·2	9·0	38·3
11	"	2½	11·4	3·05	8·35	37·5
12	"	2	15·05	5·55	9·5	37·8
13	"	2½	14·45	5·75	8·7	37·4
14	"	3½	13·6	4·7	8·9	36·5
15	"	2	15·1	6·2	8·9	37·7
16	"	3	15·2	6·4	8·8	36·5
17	"	2	17·2	8·2	9·0	37·5
18	"	2½	13·8	5·0	8·8	37·2
19	"	3½	13·85	4·7	9·25	37·3
20	Jan. 4, 1915	3½	14·2	4·7	9·5	38·6
21	"	2½	15·25	6·6	8·65	38·1
22	"	3	14·9	5·8	9·1	37·9
23	Feb. 3, 1915	2½	16·95	8·2	8·75	38·2
24	"	2½	16·55	7·6	8·95	38·5



Number of Sample.	Date of Milking.	Quantity of Milk in Litres.	Total Solids.	Fat.	Solids not Fat.	Refractometer Reading of Serum at 30°C.
25	Feb. 3, 1915	2	13.95	3.8	10.15	38.2
26	"	2	15.85	6.3	9.55	38.3
27	"	3	20.0	10.5	9.5	37.5
28	"	3½	16.3	6.7	9.6	38.4
29	"	2½	16.75	7.3	9.45	38.4
30	"	2	16.5	7.3	9.2	37.2
31	"	3	15.85	6.9	8.95	37.3
32	"	2½	16.1	6.4	9.7	38.3
33	March 29, 1915	2½	13.6	4.8	8.8	39.0
34	"	3	16.35	6.7	9.65	37.5
35	"	2½	17.25	7.7	9.55	39.3
36	"	3	14.95	5.7	9.25	38.3
37	"	1½	16.0	7.0	9.0	37.2
38	"	2	15.9	6.6	9.3	38.7
39	"	2½	15.65	6.55	9.1	39.0
40	"	2	16.35	7.3	9.05	38.3
41	"	5	16.75	7.8	8.95	37.2
42	"	3½	16.4	6.9	9.5	38.5
43	Nov. 14, 1915	2	15.3	5.5	9.8	37.8
44	"	2½	17.5	7.6	9.9	36.2
45	"	2	13.6	3.95	9.65	37.5
46	"	2½	14.65	5.55	9.10	35.7
47	"	2	14.65	6.05	8.60	36.1
48	"	3	14.75	5.35	9.40	37.5
49	"	2	18.5	8.8	9.70	37.4
50	"	2½	13.95	5.4	8.55	36.0
51	Dec. 16, 1915	2½	14.2	5.0	9.2	38.0
52	"	2	18.2	8.4	9.8	37.0
53	"	2	20.05	11.0	9.05	36.5
54	"	1½	16.1	5.6	10.5	38.4
55	Jan. 29, 1916	1	13.0	4.4	8.6	37.0
56	"	2	12.8	4.15	8.65	35.2
57	Feb. 4, 1916	2½	15.65	5.65	10.0	38.5
58	"	5	15.85	6.45	9.4	38.0
59	"	1½	16.55	7.45	9.1	38.3
60	"	4	16.05	6.5	9.55	38.8
61	"	4½	14.20	4.9	9.3	38.3
62	"	2	15.70	6.0	9.7	37.6
63	Feb. 10, 1916	2½	14.55	5.4	9.15	37.2
64	"	3	17.0	7.3	9.7	38.8
65	"	2½	16.4	7.1	9.3	38.7
66	"	3½	15.75	6.1	9.65	38.4
67	"	2	15.95	6.0	9.95	39.7
68	Feb. 17, 1916	3½	13.9	4.5	9.4	36.7
69	"	5	12.8	4.0	8.8	35.8
70	"	3½	12.9	4.0	8.9	37.2
71	"	3½	14.1	4.7	9.4	37.6
72	"	3½	13.2	3.6	9.6	38.2
73	"	4	13.6	4.6	9.0	36.5
74	"	5½	12.75	3.1	9.65	37.6
75	March 9, 1916	2	13.4	5.1	8.3	35.5
76	"	3	13.1	3.9	9.2	36.3
77	"	2	14.15	5.0	9.15	36.5

Number of Sample.	Date of Milking.	Quantity of Milk in Litres.	Total Solids.	Fat.	Solids not Fat.	Refractometer Reading of Serum at 30°C.
78	March 9, 1916	3	14.55	5.4	9.15	36.7
79	March 21, 1916	2	15.0	5.95	9.05	36.2
80	"	1½	16.9	7.6	9.3	37.8
81	"	1½	15.05	5.65	9.4	37.3
82	"	3	12.85	4.55	8.3	35.8
83	May 15, 1916	1½	14.1	4.7	9.4	37.0
84	"	1	16.3	7.2	9.1	36.5
85	"	2	12.9	4.0	8.9	37.6
86	"	2	13.85	4.5	9.35	38.3
87	"	1	16.3	7.0	9.3	35.5
88	May 21, 1916	1	14.55	5.85	8.7	30.8
89	"	1	11.45	3.7	7.75	30.7
90	"	1½	15.85	6.35	9.5	34.5
91	"	3	13.85	4.7	9.15	36.3
92	"	3	16.80	7.05	9.75	35.3
93	"	1½	16.60	6.6	10.0	34.1
94	June 14, 1916	4	14.7	6.0	8.7	36.6
95	"	4	15.75	6.7	9.05	36.1
96	"	3	16.55	7.2	9.35	36.6
97	"	2	19.8	10.2	9.6	36.0
98	"	3	14.2	5.1	9.1	35.6
99	"	3	16.4	6.9	9.5	36.5
100	"	2	13.05	4.0	9.05	36.1
101	"	3	12.05	2.7	9.35	36.7
102	"	1½	11.4	2.7	8.7	34.6
103	"	3	13.1	3.6	9.5	36.3
104	"	3	12.05	3.0	9.05	36.8
105	July 5, 1916	1½	16.1	7.2	8.9	35.2
106	"	1	13.85	5.4	8.45	34.6
107	"	2½	13.65	4.9	8.75	36.1
108	"	1	16.4	6.8	9.6	37.3
109	"	1½	17.15	8.5	8.65	36.4
110	"	2½	14.55	6.0	8.85	37.8
111	July 15, 1916	2	13.65	4.55	9.1	36.5
112	"	2	14.75	4.7	10.05	38.8
113	"	4	13.0	4.45	8.55	35.4
114	"	1	10.35	2.8	7.55	31.7
115	July 22, 1916	3½	13.75	4.8	8.95	36.2
116	"	2½	15.9	7.1	8.8	36.1
117	"	2½	15.45	6.5	8.95	36.5
118	"	3½	12.65	3.8	8.85	36.5
119	Aug. 12, 1916	1	12.35	3.4	8.95	34.6
120	"	1½	14.55	6.0	8.55	36.3
121	"	1½	13.75	5.2	8.55	35.3
122	"	2	10.6	1.6	9.0	34.8
123	"	4	12.25	2.7	9.55	36.2
124	"	2½	11.7	2.6	9.1	35.7
125	"	2½	13.35	4.3	9.05	37.4
126	Aug. 19, 1916	4	13.7	3.85	9.85	38.8
127	"	2	9.25	0.6	8.65	35.0
128	"	2½	11.55	3.0	8.55	34.6
129	"	3	13.0	4.8	8.2	33.6
130	"	2½	11.55	2.6	8.95	34.8

Number of Sample.	Date of Milking.	Quantity of Milk in Litres.	Total Solids.	Fat.	Solids not Fat.	Refractometer Reading of Serum at 30°C.
131	Aug. 19, 1916	3	10.95	2.1	8.85	37.1
132	Dec. 9, 1916	1½	13.45	5.45	8.0	34.0
133	"	2	14.15	6.25	7.9	—
134	"	2½	14.3	6.0	8.3	34.0
135	"	2	15.55	6.45	9.1	37.8
136	"	5	12.4	3.7	8.7	35.3
137	"	3½	14.1	5.1	9.0	36.1
138	Feb. 7, 1917	2	14.3	4.85	9.45	37.7
139	"	1½	15.55	6.2	9.35	37.2
140	"	6	12.9	3.3	9.6	39.3
141	"	3	16.1	5.9	10.2	39.2
142	"	3	15.95	5.0	10.95	36.8
143	"	3	15.6	5.35	10.25	39.8
144	"	2	13.65	4.05	9.6	37.0
145	"	3	16.7	6.1	10.6	38.8
146	March 8, 1917	4½	14.2	4.85	9.35	37.5
147	"	2½	11.6	2.2	9.4	36.2
148	"	6½	11.7	2.6	9.1	37.0
149	"	7	13.9	4.4	9.5	38.0

The maximum, minimum and mean values of the figures in the preceding table are as follows:—

	Maximum.	Minimum.	Mean.
Quantity of milk in litres ... ..	7	¼	2.6
Total solids... ..	20.05	9.25	14.63
Fat ... ..	11.0	0.6	5.44
Solids not fat ... ..	10.95	7.55	9.19
Immersion refractometer reading of serum at 30°C. ... ..	39.8	30.7	36.94

Fat.	Number.	Per Cent of Total Number examined.
Samples below 3 per cent .. ..	11	7.4

Solids not Fat.	Number.	Per Cent of Total Number examined.
Samples below 8.5 per cent ... ..	10	6.7

#### COMPARISON OF EARLY MORNING AND MIDDAY MILK.

With the exception of Nos. 68 to 72, the samples were taken at the midday milking. Nos. 63 to 67 were taken from the midday milking, and Nos. 68 to 72 from the same animals at the early



morning milking a few days later. For purposes of comparison the two sets of figures are given side by side.

Number.	Time of Milking.	Total Solids.	Fat.	Solids not Fat.	Immersion Refractometer Reading of Serum at 30°C.
63	1.30 p.m.	14.55	5.4	9.15	37.2
68	4 a.m.	13.9	4.5	9.4	36.7
64	1.30 p.m.	17.0	7.3	9.7	38.8
69	4 a.m.	12.8	4.0	8.8	35.8
65	1.30 p.m.	16.4	7.1	9.3	38.7
70	4 a.m.	12.9	4.0	8.9	37.2
66	1.30 p.m.	15.75	6.1	9.65	38.4
71	4 a.m.	14.1	4.7	9.4	37.6
67	1.30 p.m.	15.95	6.0	9.95	39.5
72	4 a.m.	13.2	3.6	9.6	38.2

It is noticed that the midday milk is richer both in fat and solids not fat than that of the early morning.

#### COMPLETE ANALYSIS OF MILK.

The following results were obtained for the complete analysis of the mixed milk from the whole milking of a number of animals:—

Number of Animals.	Date.	Specific Gravity 15/4°	Total Solids	Fat	Lactose (Anhydrous).	Protein.	Ash.	Alkalinity of Ash.	Chlorine.	Non-fatty Solids (direct).	Lactose, Protein, Ash.	Immersion Refractometer Reading of Serum at 30°C.
5	October 23, 1914	1.0328	14.37	5.10	4.57	3.67	0.83	8.1	0.08	9.27	9.07	37.3
4	" "	1.0325	13.77	4.72	4.74	3.39	0.80	8.2	0.08	9.05	8.93	37.8
5	Novem. 12, 1914	1.0330	13.51	4.66	4.72	3.16	0.86	8.0	0.08	8.85	8.74	37.2
5	" "	1.0310	14.97	5.99	4.60	3.37	0.82	7.8	0.07	8.98	8.79	37.0
3	January 4, 1915	1.0328	14.80	5.46	4.64	3.64	0.76	8.1	0.07	9.34	9.04	38.3
5	February 3, 1915	1.0320	17.19	7.91	4.70	3.80	0.80	7.7	0.05	9.28	9.30	37.6
5	" "	1.0325	16.20	6.80	4.59	3.92	0.79	7.5	0.05	9.40	9.30	37.4
5	March 29, 1915	1.0325	16.00	6.18	4.76	3.89	0.77	7.7	0.05	9.82	9.42	—
5	" "	1.0315	16.32	6.65	4.91	3.69	0.76	7.6	0.06	9.67	9.36	—

#### METHODS OF ANALYSIS.

##### Total Solids.

The methods used in the daily routine analysis of milk were employed. A description of these methods is given below:—

A numbered set of platinum dishes, of which the difference in weight between any two does not exceed 3 milligrams, are used for the evaporation, one counterpoise serving for all the dishes. A dish is counterpoised on the balance, and 5 c.c. of the well-shaken milk of which the number corresponds with the number of the dish is added from a pipette: the dish is immediately covered with one of a pair of counterpoised watch-glasses, the other watch-glass being placed on the opposite pan. The 5 c.c. of milk is then weighed. The remainder of the samples are then weighed out in the same way.

The dishes are then placed on a boiling water bath and left for one and a half hours, after which they are wiped and placed in the steam oven for one hour. At the end of this time they are removed to the desiccator, allowed to cool, and weighed. The heating in the oven is repeated for half an hour to ensure constant weight.

*Fat.*

The Gerber method is used.

*Refractometer Reading of Serum.*

Ackermann's method is used. (*Zeitschr. für Unt. der Nahr. und Genussmittel*, Vol. XIII, 1907, p. 186.)

*Complete Analysis.*

The methods described in a previous paper, "The Composition of Milk of Egyptian Animals," were used.

---

**THE COMPOSITION OF EGYPTIAN GOAT MILK.**



Page 100

THE NATIONAL ARCHIVES

REVISION OF REGISTRY ACT

# THE COMPOSITION OF EGYPTIAN GOAT MILK

(The Milk of Individual Animals).

BY

GEORGE HOGAN,

*Acting Chief Chemist, Public Health Laboratories.*

AND

A. AZADIAN,

*Assistant Chemist, Public Health Laboratories.*

These analyses are a continuation of those already published by the Public Health Laboratories, *viz.* "The Composition of the Milk of Egyptian Animals" (Cairo, Government Press, 1914) and "The Composition of Egyptian Cow Milk" (this publication).

## METHOD OF TAKING SAMPLES.

The milking was performed in the same way as described in the case of cow milk.

One hundred and four samples were obtained, each from a different animal. The results of the analyses are shown in the following table:—

### Analyses of Samples of Milk from individual Goats milked at the Public Health Laboratories.

Number of Sample.	Date of Milking.	Total Solids. Per Cent.	Fat. Per Cent.	Solids not Fat. Per Cent.	Refraction of Serum at 30°C.
1	June 22, 1915 ... ..	13·10	5·0	8·1	35·2
2	" " " " " "	12·06	4·0	8·06	32·8
3	" " " " " "	12·61	4·0	8·61	35·0
4	" " " " " "	13·83	4·5	9·33	35·9
5	June 23, 1915 ... ..	13·2	4·15	9·05	36·4
6	" " " " " "	14·3	4·95	9·35	35·8
7	" " " " " "	11·3	3·1	8·2	34·7
8	" " " " " "	12·4	3·8	8·6	34·8
9	" " " " " "	11·2	3·6	7·6	32·9
10	" " " " " "	14·55	6·0	8·55	35·8
11	" " " " " "	12·6	4·35	8·25	33·1
12	" " " " " "	11·85	3·7	8·15	34·2
13	" " " " " "	12·85	4·35	8·5	34·8
14	" " " " " "	12·05	3·0	9·05	36·8
15	June 24, 1915 ... ..	12·05	3·9	8·15	35·3
16	" " " " " "	11·85	3·6	8·25	34·6
17	" " " " " "	13·35	4·2	9·15	35·2
18	" " " " " "	11·65	3·8	7·85	32·7
19	" " " " " "	11·5	3·2	8·3	34·5
20	" " " " " "	12·05	4·2	7·85	32·7
21	" " " " " "	11·1	3·5	7·6	34·2
22	" " " " " "	10·65	2·6	8·05	34·2
23	" " " " " "	12·2	3·9	8·3	34·5
24	" " " " " "	12·8	3·65	9·15	36·3

**Analyses of Goat Milk** *(continued)*.

Number of Sample.	Date of Milking.	Total Solids. Per Cent.	Fat. Per Cent.	Solids not Fat. Per Cent.	Refraction of Serum at 30°C.
25	June 26, 1915 ... ..	13.55	4.15	9.4	35.7
26	" " " " " "	11.95	4.3	7.65	32.8
27	" " " " " "	10.65	2.45	8.2	34.8
28	" " " " " "	11.25	3.3	7.95	34.3
29	" " " " " "	13.8	4.35	9.45	36.6
30	" " " " " "	12.6	3.9	8.7	35.6
31	" " " " " "	12.1	4.1	8.0	36.5
32	" " " " " "	11.45	3.2	8.25	34.5
33	" " " " " "	16.55	7.35	9.2	38.1
34	" " " " " "	12.1	3.65	8.45	35.4
35	June 28, 1915 ... ..	12.3	4.1	8.2	35.0
36	" " " " " "	12.9	4.4	8.5	34.3
37	" " " " " "	12.6	3.65	8.95	35.7
38	" " " " " "	11.95	3.7	8.25	35.2
39	" " " " " "	11.4	3.05	8.35	34.2
40	" " " " " "	10.65	2.75	7.9	34.0
41	" " " " " "	13.3	4.25	9.05	35.3
42	" " " " " "	13.8	4.0	9.8	35.6
43	" " " " " "	13.85	5.05	8.8	36.8
44	" " " " " "	11.4	3.35	8.05	34.6
45	June 30, 1915 ... ..	12.85	4.1	8.75	36.5
46	" " " " " "	13.25	4.15	9.1	37.2
47	" " " " " "	11.65	3.7	7.95	34.3
48	" " " " " "	12.45	4.15	8.3	34.2
49	" " " " " "	15.2	5.25	9.95	36.7
50	" " " " " "	11.8	3.5	8.3	34.8
51	" " " " " "	13.55	5.2	8.35	36.6
52	" " " " " "	13.85	5.35	8.5	35.5
53	" " " " " "	12.6	4.25	8.35	35.2
54	" " " " " "	10.9	3.1	7.8	34.3
55	July 1, 1915 ... ..	12.8	4.4	8.4	34.5
56	" " " " " "	12.3	4.4	7.9	32.6
57	" " " " " "	13.6	4.9	8.7	36.1
58	" " " " " "	11.75	3.5	8.25	35.0
59	" " " " " "	12.15	4.3	7.85	34.6
60	" " " " " "	15.2	5.3	9.9	36.1
61	" " " " " "	13.4	4.2	9.2	36.1
62	" " " " " "	12.75	4.2	8.55	35.2
63	" " " " " "	13.9	4.95	8.95	35.8
64	" " " " " "	14.65	6.05	8.6	36.4
65	July 3, 1915 ... ..	12.25	4.4	7.85	33.2
66	" " " " " "	12.05	3.85	8.2	34.9
67	" " " " " "	12.5	3.75	8.75	35.0
68	" " " " " "	12.85	4.3	8.55	36.1
69	" " " " " "	12.4	3.95	8.45	34.9
70	" " " " " "	14.0	4.4	9.6	36.0
71	" " " " " "	13.25	4.1	9.15	36.3
72	" " " " " "	11.35	3.1	8.25	34.8
73	" " " " " "	12.65	4.2	8.45	37.6
74	" " " " " "	12.6	4.15	8.45	36.2



**Analyses of Goat Milk** *(continued).*

Number of Sample.	Date of Milking.	Total Solids. Per Cent.	Fat. Per Cent.	Solids not at F. Per Cent.	Refraction of Serum at 30°C.
75	July 4, 1915 ... ..	12·1	3·85	8·25	35·0
76	" " " " " "	11·2	3·2	8·0	33·8
77	" " " " " "	12·05	4·2	7·85	32·2
78	" " " " " "	13·6	4·2	9·4	35·2
79	" " " " " "	13·8	4·75	9·05	35·0
80	" " " " " "	13·15	4·2	8·95	35·5
81	" " " " " "	12·45	4·05	8·4	34·0
82	" " " " " "	11·7	3·8	7·9	34·0
83	" " " " " "	12·3	4·0	8·3	34·3
84	" " " " " "	11·0	2·9	8·1	34·8
85	July 5, 1915 ... ..	13·5	4·75	8·75	38·0
86	" " " " " "	13·25	4·5	8·75	35·7
87	" " " " " "	11·7	3·6	8·1	35·4
88	" " " " " "	13·45	4·45	9·0	37·0
89	" " " " " "	12·2	4·25	7·85	34·8
90	" " " " " "	10·85	3·0	7·85	33·8
91	" " " " " "	12·5	4·1	8·4	35·2
92	" " " " " "	12·9	4·2	8·7	35·8
93	" " " " " "	13·1	4·45	8·65	36·7
94	" " " " " "	10·9	3·1	7·8	34·4
95	July 6, 1915 ... ..	13·15	4·45	8·7	35·5
96	" " " " " "	11·0	2·9	8·1	33·9
97	" " " " " "	13·05	4·1	8·95	35·8
98	" " " " " "	13·95	4·6	9·35	36·1
99	" " " " " "	11·6	3·55	8·05	32·3
100	" " " " " "	11·9	3·4	8·5	35·3
101	" " " " " "	10·75	2·6	8·15	34·1
102	" " " " " "	13·15	3·75	9·4	35·2
103	" " " " " "	11·4	3·7	7·7	33·3
104	" " " " " "	13·0	4·35	8·65	34·4

The maximum, minimum and mean values of the above figures are shown below :—

	Maximum.	Minimum.	Mean.
Total solids ... ..	16·55	10·65	12·54
Fat ... ..	7·35	2·45	4·04
Solids not fat ... ..	9·95	7·6	8·50
Refractometer reading of serum at 30°C. ... ..	38·1	32·2	35·06

Fat.	Number.	Per Cent of Total Number examined.
Samples below 3 per cent ... ..	6	5·77

Solids not Fat.	Number.	Per Cent of Total Number examined.
Samples below 8·5 per cent ... ..	57	54·8

From the above tables it is seen that the variation in composition of milk from individual animals is very large, and that the proportion of non-fatty solids is in most cases remarkably low. This is doubtless due to the fact that in Egypt a herd of goats is constantly driven from place to place, obtaining its food by grazing on the way. This pastoral custom survives in the large Egyptian towns, with the result that in towns the animals are habitually underfed.

#### METHODS OF ANALYSIS.

The same methods were used as described for cow milk.

---

**EGYPTIAN LETTUCE OIL.**





# EGYPTIAN LETTUCE OIL

(An Oil obtained by Expression of "*Lactuca Scariola Oleifera*").

BY

E. GRIFFITHS-JONES,

*Chemist, Public Health Laboratories.*

---

## LETTUCE OIL.

Lettuce oil (Arabic: *Zeit khass*) is obtained by expression from the seeds of *Lactuca scariola oleifera*, a variety of the Prickly Lettuce. It is extensively cultivated in Upper Egypt for its oil-bearing seed. Considerable quantities of this oil are consumed annually, particularly in the immediate neighbourhood where the lettuce is cultivated. In view of this fact, and of the possibility of the oil finding its way into other countries, either as an adulterant of other oils or as a constituent of vegetable butters, it has seemed desirable to investigate, for purposes of reference, those chemical and physical constants of the oil which might be of use in the detection of the oil, and in its determination when present in a mixture.

The plant bears, when ripe, heads of numerous yellow flowers. The seeds at the time of gathering average from seven to eight millimetres in length. They are of a dark-brown colour, broad, glabrous and flattened, with a distinct beak, and, when gathered, a long pappus of soft white hairs.

The specimens examined yielded from 33 per cent to 37 per cent of oil when extracted in a Soxhlet apparatus with petroleum ether.

The common method prevailing in Egypt for the extraction of the oil from oil-bearing seeds is to crush the previously moistened seed, either in a large stone mortar, or in a stone crushing-mill, the motive power of the latter being usually the Egyptian buffalo, and subsequently to press the oil from the resulting pulp either by means of a rough vertical hand-press, or by pressure of the bare feet upon the pulp contained in a suitably shaped vessel.

## DESCRIPTION OF THE OIL.

The oil when filtered and dried is of a clear golden colour. Commercial samples as purchased usually have a slightly greenish tinge. It possesses a characteristic and rather pleasant taste, and a slight odour. It is fluid, even when kept at 0°C. Samples stored at that temperature for short periods deposited no stearine and when stored at 8 to 10°C. for twelve months remained perfectly clear and mobile.

For the purpose of these analyses, the oil was extracted from the seed in the following manner. The seeds were sifted and roughly hand-picked in order to remove particles of dirt, etc., and were then pounded in a mortar after having been moistened with water.

The resulting pulp was then pressed in a small vertical iron press. The cloudy and somewhat greenish oil issuing from the press was filtered cold through filter paper, the filtered oil was allowed to stand for some hours over anhydrous sodium sulphate, and then again filtered through a dry folded filter.

## NOTE ON METHODS EMPLOYED.

### REFRACTIVE INDEX.

The determination of this constant was made by means of an Abbé refractometer at 40° C.

### SPECIFIC GRAVITY.

The specific gravity was taken by means of a delicate picnometer fitted with a thermometer sealed into the bulb. The determinations were made, when possible, at 15.5° C. compared with water at the same temperature. When the room temperature necessitated it, the determination was made at a higher temperature compared with water at the higher temperature, and the reading calculated to 15.5°/15.5° C.

The density 25°/25° was calculated to 25°/15.5° from the known density of water at the two temperatures.

$$\begin{aligned} \text{Density of water at } 15.5^\circ &= 0.999050 \\ \text{                                  } 25^\circ &= 0.997071 \\ \text{Density found at } 25^\circ/25^\circ &= 0.92846 \\ \text{                                  } 25/15.5^\circ &= 0.92846 \times \frac{997071}{999050} = S_T \end{aligned}$$

Wright ("Analyst," 1907, No. 32, p. 295), from the data determined by Allen, calculates the approximate modulus of expansion of a large number of oils. He finds it to be approximately for the mean value of thirty oils, fats and waxes, 0.0007 (or 0.000718 exactly). He then calculates the specific gravity as follows:—

$$\begin{aligned} \text{If } S_T &= \text{sp.g. at } T/15.5^\circ \\ \text{and } S_t &= \text{sp.g. at } 15.5^\circ/15.5^\circ \\ \frac{S_t}{S_T} &= \frac{1 - 0.0007 \ t}{1 - 0.0007 \ T} \quad \text{When } T = 25^\circ \text{ C.} \\ \text{Then } S_{15.5^\circ} &= \frac{S_T \times 0.98915}{1 - 0.0007 \times 25} \end{aligned}$$

This formula was adopted.

Determinations of the density of the oil at different temperatures were compared with similar determinations carried out with pure olive oil. The two oils were found to have practically the same coefficient of expansion.

### COLOUR TESTS.

Halphen's reaction for cotton seed oil, and Baudouin's reaction for sesame oil, both gave negative results. No characteristic colour reaction for lettuce oil has been found up to the present.

### DRYING POWER.

A small quantity of the oil (sample No. 5) was spread very thinly over a glass plate and the plate was placed inverted in a fly-proof cage in the laboratory.

After three days the oil was partially dry and sticky. At the end of five days it was completely hard and dry. The test was carried out at laboratory temperature in the month of May (28° to 30° C.).

### ACIDITY.

Five grammes of the oil were dissolved in about 100 c.c. of a mixture of equal parts of ether and alcohol previously neutralized to phenolphthalein with N/10 NaOH, and the solution neutralized with N/10 NaOH.

The acidity is expressed in "degrees," *i.e.* the number of cubic centimetres of Normal alkali required to neutralize 100 grammes of the fat. One degree of acidity equals approximately an acid value of 0.56, or a percentage of oleic acid of 0.28.

### ACETYL VALUE.

About 10 grammes of the oil were boiled for two hours in a round-bottomed flask, under a reflux, with twice the weight of acetic anhydride. The solution after cooling was transferred to a large beaker and boiled gently with about 500 c.c. of water for about half an hour, a current of CO<sub>2</sub> being bubbled through the liquid to prevent bumping. The contents of the beaker were cooled, and the water solution syphoned off. This washing was repeated three times. The wash water was then free from acetic acid. After having been separated from the water by means of a separating funnel, the acetylated oil was dried over anhydrous sodium sulphate, and filtered through a dry fluted filter.

A weighed quantity, about 5 grammes, of the acetylated oil were saponified in the ordinary way in an Erlenmeyer flask; the alcohol was then evaporated off, the soap dissolved in hot water and transferred to a one-litre round-bottomed flask. The soap was decomposed with an excess of sulphuric acid and the product submitted to steam distillation. A preliminary steam distillation was carried out in order to free the generator water from CO<sub>2</sub>. The distillation was continued until 100 c.c. of the distillate required only 0.1 or 0.2 c.c. of alkali for neutralization. The neutralization was carried out with N/10 NaOH, using phenolphthalein as indicator. The determinations were, of course, carried out in duplicate. The acetyl value found practically corresponds with the "true acetyl value," the oil containing at the most only a trace of volatile fatty acids.

### IODINE VALUE.

Hübl's method was employed throughout.

### MAUMENÉ THERMAL VALUE.

Owing to its high thermal value the oil was diluted with twice its weight of pure olive oil before carrying out the determinations. The thermal value of the olive oil had been previously determined, and the subsequent determinations were carried out in the same apparatus in exactly the same way. 16.67 grammes of the oil and 33.33 grammes of the olive oil were weighed into a 150 c.c. tall Jena beaker and the beaker placed in a wooden box and packed in by means of cotton wool. A thermometer fitted at the bulb with a glass paddle was placed in the beaker and the oil stirred until it had assumed a constant temperature.

Ten c.c. of concentrated sulphuric acid, at the same initial temperature as the oil, were then added by means of a pipette delivering the oil in about one minute. During the addition of the acid the oil was constantly stirred, the stirring being continued until the temperature reached a maximum. The acid employed had been previously heated to 320° C.

The determinations were all done in duplicate, and gave very closely agreeing results.

Thus: 50 grammes of olive oil

(1)	Final temperature	..	...	62.0	degrees		
	Initial	"	...	20.5	"	Difference	41.5
(2)	Final	"	...	62.0	"		
	Initial	"	...	20.5	"	Difference	41.5



16.67 grammes lettuce oil and 33.33 grammes olive oil.					
(1)	Final temperature	...	...	79.5 degrees	
	Initial	"	...	21.0	" Difference 58.5
(2)	Final	"	...	79.5	"
	Initial	"	...	21.0	" " 58.5

The following figure was obtained for 50 grammes of distilled water :—

Final temperature	...	...	66.0 degrees	
Initial	"	...	21.0	" Difference 45.0

The calculation was made as follows :—

41.5°C. was the rise obtained with 50 grammes of olive oil.  
 58.5°C. " " " " of the mixture.  
 Then the thermal value of the lettuce oil is

$$\left(58.5 - \frac{41.5 \times 2}{3}\right) \times 3 = 92.5$$

The specific temperature reaction (Thompson and Ballantyne) is given by :—

$$\frac{\text{Rise of T with oil}}{\text{Rise of T with water}} = \frac{92.5}{45.0} = 2.05$$

In accordance with the method adopted in the table given by Lewkowitch, this result is multiplied by 100, giving for the " specific temperature reaction " the figure 205.

#### UNSAAPONIFIABLE MATTER.

About 10 grammes of the oil were saponified by boiling with 50 c.c. of 8 per cent alcoholic potash. After remaining on the water-bath for about half an hour, the alcohol was distilled off and the process repeated with a second quantity of potash. This second quantity of alcohol was then distilled off and the residual soap was taken up with 50 per cent alcohol and extracted four times with petroleum ether. The petroleum ether extract was washed three times with small quantities of 50 per cent alcohol. The washed petroleum ether extract was evaporated and dried.

#### ELAÏDIN TEST.

##### *Preparation of the Reagent.*

Eighteen grammes of mercury were placed in a dry stoppered 50 c.c. cylinder and 15.6 c.c. of nitric acid (sp.g. 1.4) were added. The cylinder was then stoppered and shaken until the mercury had completely dissolved, leaving a green-coloured liquid. Two grammes of the reagent were shaken up in a small glass-stoppered bottle with 24 grammes of the oil, the bottles being immersed in a water-bath kept at between 27 and 28°C. The shaking was repeated about every ten minutes for three hours.

The method is that of Archbutt, except that he employs 8 grammes of the reagent with 96 grammes of the oil (Lewkowitch, Vol. I, p. 462).

The Elaïdin test was carried out simultaneously on several oils in order to obtain a truly comparative figure. The results obtained were as follows :—

*Olive Oil.*—A pasty mass, which did not solidify within the three hours but solidified after standing a considerable time.

*Cotton Seed Oil.*—A pasty mass separating from a fluid portion.

*Sesame Oil.*—The consistency was midway between that of olive and cotton seed oils.

"*Zeit Khass*" No. 1.—Remained very fluid, with the separation of a pasty mass (*i.e.* more fluid than the product yielded by cotton seed oil).

"*Zeit Khass*" No. 2.—As *Zeit Khass* No. 1.

## THE EXAMINATION OF THE MIXED FATTY ACIDS.

About 20 grammes of the oil were saponified with an excess of 8 per cent alcoholic potash. The alcohol was evaporated off from the soap, the soap dissolved in water and the fatty acids liberated by acidifying with sulphuric acid. The liberated fatty acids were extracted with petroleum ether, the petroleum ether washed and finally dried by standing over anhydrous sodium sulphate. The dried petroleum ether solution of the mixed fatty acids was filtered through a dry folded filter and preserved in a dry stoppered bottle in an ice chest.

For the examination of the mixed fatty acids suitable quantities of this solution were transferred to a stoppered weighing flask; the flask was then closed with a rubber stopper fitted with two exit tubes, and the ether evaporated off in a current of  $\text{CO}_2$  over a boiling water bath, the heating being continued under the suction pump for half an hour after the ether appeared to have boiled off. The flask was allowed to cool while still attached to the pump, and when cool was transferred to a desiccator and weighed after standing there about fifteen minutes.

### *The Determination of the Mean Molecular Weight and Neutralization Number.*

An amount of the petroleum ether solution equivalent to about 5 to 6 grammes of the fatty acids was evaporated as detailed above. The weighed fatty acids were dissolved in 50 c.c. of neutralized pure alcohol, and titrated with normal KOH, using phenolphthalein as indicator, until a slight pink colour persisted on stoppering the flask and shaking.

Closely agreeing results were obtained thus :—

Wt. of fatty acids	... ..	5.542 grammes	Wt. of fatty acids	... ..	5.553 grammes
No. of cc. of N/1 KOH required...	19.01	c.c.	No. of c.c. of N/1 KOH required	19.05	c.c.
M.W....	... ..	291.6	M.W....	... ..	291.4
Neutralization No....	... ..	192.4	Neutralization No....	... ..	192.5

When nearing the end of the titration N/10 KOH was substituted for the normal solution.

### HEXABROMIDE TEST.

A weighed quantity of the fatty acids, prepared as above, was dissolved in glacial acetic acid and cooled to below  $5^\circ\text{C}$ . in an ice bath. Bromine was then added from a finely pointed pipette until the yellow colour persisted. The flask was stoppered and allowed to stand in ice-water for three hours. The precipitate formed was filtered through a tared filter and washed with cooled ether. The precipitate dissolved completely. In order to make certain that the solubility of the precipitate was not partially due to the elevation of the temperature of the ether during the washing (the room temperature was about  $30^\circ\text{C}$ .) the ether solution was kept in a stoppered flask over night. The ether solution remained perfectly clear.

The bromine titration was repeated on a fresh portion of the fatty acids, ether being added along with the glacial acetic acid before the addition of the bromine. No precipitate was formed on prolonged standing in ice.

It was therefore, concluded that no *linoleic* acid was present.

A further portion of the fatty acids was dissolved in glacial acetic acid and the bromination carried out as before. The brominated product was allowed to stand in the ice chest overnight. The flask was then warmed gently and stood on one side in order to allow the acetic acid to partially evaporate. Crystals in the form of small flakes were obtained. The crystals were removed from the mother liquor and recrystallized from glacial acetic acid.

A rough melting-point determination was made after the first crystallization. The crystals melted between  $112$  and  $113^\circ\text{C}$ . After the recrystallization the melting-point was  $113$ – $113.5^\circ\text{C}$ . This melting-point agrees closely with that given for *linoleic* acid, namely  $114^\circ\text{C}$ .

*Sample No. 1.*—The seeds from which this oil was expressed were obtained from Qena (Upper Egypt).

Oil content of seeds (petroleum ether extract) ... ..	36.3	per cent.
Refractive index (Abbé refractometer) at 40° C. ... ..	1.4672	
Specific gravity (15.5/15.5) ... ..	0.9247	
Iodine value (Hübl) ... ..	127.0	
Saponification value ... ..	190.0	
Acidity ... ..	1.8	degrees.
Reichert Meissl No. ... ..	0.1	
Polenske No. ... ..	0.2	
Acetyl value ... ..	12.0	

Figures obtained on petroleum ether extract:—

Refractive index at 40° C. ... ..	1.4663
Iodine No. ... ..	123.6

*Sample No. 2.*—Expressed from seeds purchased in the native bazaar (El Mousky). Sold as first-quality seed. Price P.T. 15 the *qadah*.

Oil content of seeds (petroleum ether extract) ... ..	36.3	per cent.
Refractive index at 40° C. ... ..	1.4690	
Specific gravity (15.5) ... ..	0.9334	
Iodine value (Hübl) ... ..	122.0	
Saponification value ... ..	190.6	
Acidity ... ..	8.5	degrees.
Reichert Meissl No. ... ..	0.3	
Polenske No. ... ..	0.2	
Acetyl value ... ..	26.5	
Unsaponifiable matter ... ..	0.5	
Maumené thermal value ... ..	92.5	
"Specific temperature reaction" (Thomson and Ballantyne) ... ..	205.0	

#### *Examination of Mixed Fatty Acids.*

Molecular weight of mixed fatty acids ... ..	291.5
Neutralization No. ... ..	192.5
Iodine No. ... ..	126.8
Hexabromide test: yielded no crystals insoluble in ethyl ether.	

*Sample No. 3.*—Expressed from seeds purchased in the native bazaar (El Mousky) and sold as "best *baladi*" seed at P.T. 12 the *qadah*.

Oil content of seeds (petroleum ether extract) ... ..	35.7	per cent.
Refractive index (Abbé) at 40° C. ... ..	1.4690	
Specific gravity (15.5/15.5) ... ..	0.9314	
Iodine value (Hübl) ... ..	123.5	
Saponification value ... ..	190.6	
Acidity ... ..	20.8	degrees.

Figures obtained on petroleum ether extract:—

Refractive index ... ..	1.4693
Iodine No. ... ..	121.0

*Samples Nos. 4 and 5.*—Two samples of the oil sold in native shops as *zeit khass*:—

	No. 4.	No. 5.
Refractive index at 40° C. ... ..	1.4686	1.4686
Specific gravity ... ..	0.9266	0.9284
Iodine value ... ..	136.3	136.1
Saponification value ... ..	193.0	193.0
Acidity ... ..	9.0	11.8
	degrees.	degrees.
Reichert Meissl No. ... ..	0.0	
Polenske No. ... ..	0.1	



*Sample No. 6.*—Oil obtained from Qena (Upper Egypt) two or three days after pressing. There was a small quantity of water in the bottle when received. The oil was allowed to stand over anhydrous sodium sulphate for several hours and then filtered through a dry filter. The oil had a somewhat dark colour with a distinct greenish tinge. It had a slightly rancid odour.

Refractive index at 40° C. ... ..	1.4668
Specific gravity (15.5/15.5) ... ..	0.9252
Iodine No. ... ..	120.6
Saponification No. ... ..	189.3
Acidity ... ..	11.8 degrees.

#### SUMMARY.

From a consideration of the above figures, it will be seen that there is very little variation in the constants obtained for the six samples examined.

With the exception of the oil obtained from the freshly gathered seeds (sample No. 1) all the oils examined had remarkably high acidity.

#### CLASSIFICATION OF THE OIL.

The high iodine value and Maumené values, together with the results obtained from the bromination of the mixed fatty acids, namely the isolation of linoleic acid and the indicated absence of linolenic acid and the visible drying property of the oil, suggest that the oil should be included among the semi-drying oils.

The following figures were obtained on analysis of a sample of the picked seeds :—

Oil (petroleum ether extract) ... ..	36.3
Albuminoids N × 6.25 ... ..	22.7
Digestible carbohydrate ... ..	16.3
Crude fibre ... ..	6.3
Ash ... ..	4.1
Moisture ... ..	14.3
	<u>100.0</u>





**NOTICE HISTORIQUE ET STATISTIQUE  
SUR L'INSTITUT ANTIRABIQUE DU CAIRE.**



## TABLE DES MATIÈRES.

---

NOTE PRÉLIMINAIRE	PAGE. 57
-------------------	-------------

### PREMIÈRE PÉRIODE (1899-1906).

#### I.—HISTORIQUE.

(1) Utilité d'un institut antirabique en Egypte. Premiers projets	59
(2) Inauguration de l'Institut du Caire	60
(3) Installation et fonctionnement	61

#### II.—RENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES ET STATISTIQUES.

(1) Méthode de traitement	61
(2) Résultats des traitements	62
(3) Observations intéressantes	63

### DEUXIÈME PÉRIODE (1906-1917).

#### I.—HISTORIQUE.

(1) L'Institut devient Institut gouvernemental	67
(2) Ouverture du nouvel Institut	67
(3) Modifications successives dans le personnel	67
(4) Installation et aménagement...	68
(5) Fonctionnement	69

#### II.—RENSEIGNEMENTS D'ORDRE TECHNIQUE.

(1) Méthode de traitement	70
(2) Classification des personnes traitées	72
(3) Résultats statistiques	72
(4) Remarques diverses...	79

---





## NOTE PRÉLIMINAIRE.

---

L'histoire de l'Institut Antirabique du Caire comprend deux périodes bien distinctes :—

De février 1899 au mois d'avril 1906, l'Institut est un institut privé, administré par la Société de Bienfaisance Italienne.

A partir d'avril 1906, l'Institut devient un institut gouvernemental, directement rattaché à l'Administration de l'Hygiène Publique du Gouvernement Egyptien.

La présente notice se divisera donc tout naturellement en deux parties, correspondant à ces deux périodes. Chacune de ces parties comprendra un aperçu historique sur le développement et le fonctionnement de l'Institut, suivi de détails d'ordre scientifique et de résultats statistiques.

---



# NOTICE HISTORIQUE ET STATISTIQUE

## SUR L'INSTITUT ANTIRABIQUE DU CAIRE,

### 1899-1917,

PAR

PIERRE DE VREGILLE, S.J.,  
*Directeur de l'Institut Antirabique du Caire.*

### PREMIÈRE PÉRIODE, 1899-1906.

#### I.—HISTORIQUE.

##### (1) UTILITÉ D'UN INSTITUT ANTIRABIQUE EN EGYPTÉ.

##### PREMIERS PROJETS DE CRÉATION.

En Egypte, comme du reste dans la plupart des autres pays, les données historiques certaines sur la rage nous font à peu près défaut. Dans les hypogées de Beni Hassan, où sont représentées des scènes de médecine vétérinaire, on ne trouve rien qui puisse se rapporter à cette maladie. Sprengel, dans son histoire de la médecine, reproduit les dires d'Horapollon, lequel raconte qu'en faisant l'autopsie des chiens enragés, dans les environs de Belbeis, on risquait de contracter la maladie.<sup>(1)</sup> Prosper Alpinus remarque la rareté de la rage en Egypte, et donc en admet l'existence<sup>(2)</sup>. Les médecins qui accompagnaient l'expédition de Bonaparte, n'ayant sans doute pas eu l'occasion de se trouver en présence de cas d'hydrophobie, se prononcent pour la non-existence de la maladie.<sup>(3)</sup> De même Clot Bey, quelques années plus tard.<sup>(4)</sup>

Volney, dans son Voyage en Syrie;<sup>(5)</sup> Browne, dans son Voyage en Egypte,<sup>(6)</sup> affirment que la rage est extrêmement rare dans la Vallée du Nil. Le voyageur Brocchi relate, dans son journal de voyage, l'opinion d'un médecin d'Alexandrie qui l'assurait de la non-existence de la rage en Egypte.<sup>(7)</sup> Durant ses excursions à Suez et en Haute Egypte, tantôt on lui disait que la rage était inconnue, tantôt il rencontrait des personnes lui affirmant en avoir constaté des cas.

Pruney, dans son Rapport sanitaire d'Alexandrie (1858) et Burguires Bey, dans son Rapport sanitaire du Caire (1857), affirment que l'on rencontre en Egypte de nombreux cas de rage.

Le Dr Colucci Bey eut connaissance de deux cas de rage qui se manifestèrent en 1849, à Karioun et à Atfeh. De 1851 à 1861, le Dr Abbate Pacha en constate quatre sur des hommes mordus par des chiens européens et indigènes. Figari Bey admet que seuls les chiens importés d'Europe sont sujets à la rage.<sup>(8)</sup>

Durant les années 1890-1900 de longues polémiques eurent lieu à l'Institut Egyptien sur l'inaptitude à la rage des chiens indigènes. Il va sans dire que, depuis lors, l'accord s'est fait, complet : la rage existe en Egypte ; elle sévit sur tous les chiens et sur d'autres animaux ; elle est même relativement très répandue, comme le prouveront les statistiques données plus loin.

Les premiers cas de rage officiellement constatés datent de 1886 et 1887 (Guizeh et Alexandrie). Ils ont été décrits par M. Littlewood, Directeur du Service Vétérinaire, dans son Rapport de 1888. A Guizeh, un chien mordit onze personnes, dont trois moururent de la rage. Les Services Sanitaires

(1) SPRENGEL (Kurt-Polycarpe-Ioachim), *Historia doctrinae medicorum organica*, Halle, 1790, p. 320.

(2) PROSPER ALPINUS, *De medicina Aegyptiorum libri quatuor*, Venetiis, 1591, p. 143.

(3) BARON LARREY, "Notice sur la chirurgie et la médecine des Egyptiens," in "Description de l'Egypte, Etat moderne," Paris, 1822, t. I, p. 517.

(4) CLOT BEY, "Aperçu général sur l'Egypte," Bruxelles, 1840, t. II, p. 354.

(5) C. F. VOLNEY, "Voyage en Syrie et en Egypte pendant les années 1783, 1784 et 1785," Paris, 1789, t. I, p. 217.

(6) W. G. BROWNE, *Travels in Africa, Egypt and Syria from the year 1792-1798*, London, 1799, p. 82.

(7) G. B. BROCCHI, *Giornale delle osservazioni fatte ne' viaggi in Egitto, nella Siria e nella Nubia*, Bassano, 1841-1843, t. I, p. 250.

(8) ANTONIO FIGARI BEY, *Studi scientifici sul' Egitto e sue adjacenze*, Lucca, 1865, 2<sup>me</sup> partie, p. 36.



s'efforçaient, dès cette époque, d'arrêter la dissémination de la maladie par la destruction des chiens errants, mais en dehors de quelques médications empiriques, rien ne pouvait être tenté pour sauver les personnes mordues.

On sait, du reste, que Pasteur inaugura seulement en 1885 la méthode de traitement qui a immortalisé son nom. L'Institut Pasteur de Paris fut fondé en 1888. D'autres s'ouvrirent les années suivantes. A plusieurs reprises le Gouvernement Egyptien envoya des personnes indigènes suivre le traitement à l'Institut d'Athènes ; ces personnes étaient en petit nombre, car bien des fellahs, prononçant le traditionnel " maqtoub," se refusaient à accomplir un aussi long voyage.

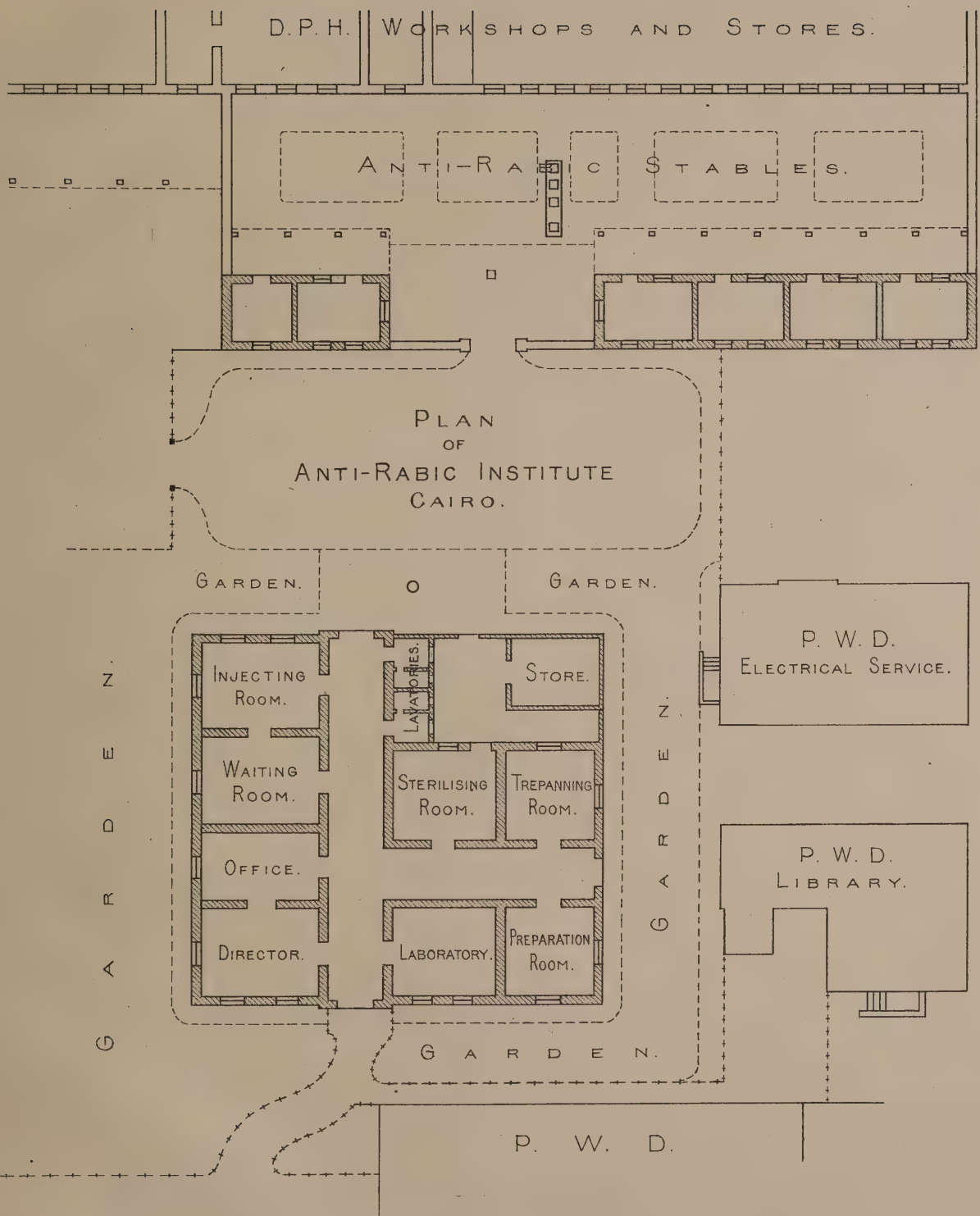
Durant la première moitié de l'année 1898, la Société de Bienfaisance Italienne du Caire ayant envoyé aux Instituts de Naples et d'Athènes un certain nombre des membres de la Colonie mordus par des animaux enragés, dut supporter les frais onéreux qui en résultèrent. Le Dr Romain Tonin, médecin de la Société, prenant occasion de ces faits, n'eut pas de peine à démontrer au Comité qui dirigeait la Société l'opportunité de la création d'un institut Pasteur en Egypte. Le Comité, adoptant l'idée en principe, et désireux de faire participer toutes les colonies étrangères du Caire à cette œuvre de philanthropie, invita à une réunion générale les présidents des autres sociétés de bienfaisance. Un comité international fut élu, mais ses membres, pour diverses raisons, ne réussirent pas à se mettre d'accord sur un programme d'exécution pratique. Le Dr Tonin revint à la charge et démontra au président de la Société de Bienfaisance Italienne, M. Félix Suarès, que l'Institut pouvait se fonder sans tant de comités et de palabres ; puis, confiant dans les assurances qu'il reçut, il partit au mois de juin 1898 afin de faire un stage à l'Institut de Naples et de visiter plusieurs autres instituts italiens.

La date du retour approchait. En réponse à une lettre où il sollicitait une décision définitive, le Dr Tonin reçut un mot de M. l'avocat Rossetti, mettant à sa disposition, au nom de la Société de Bienfaisance Italienne, une somme suffisante pour les premiers frais d'acquisition. Muni des instruments les plus indispensables au fonctionnement du futur institut, le Dr Tonin revint au Caire, plein d'espoir. Mais de grosses difficultés l'y attendaient. Pendant son absence, était venu en Egypte le Directeur de l'Institut Pasteur d'Athènes, dans le but de fonder une succursale, avec l'appui financier du Gouvernement Egyptien. Appuyé par les autorités et par le corps médical hellénique, il avait obtenu une audience du Khédive auquel il avait exposé ses projets. La Société de Bienfaisance Italienne risquait de se voir supplanter. Grâce à l'activité de Me Rossetti, des décisions rapides furent prises ; d'autre part, l'appui du Consul Royal d'Italie, M. Acton ; de M. F. Suarès, de Me Manusardi, et leurs démarches auprès de l'Administration des Services Sanitaires finirent par obtenir la reconnaissance effective de l'institut projeté.

Un autre obstacle était la grande difficulté que l'on éprouvait à trouver un local convenable. Dès que les propriétaires des immeubles sur lesquels on avait des vues apprenaient qu'il s'agissait d'y installer un institut antirabique, ils se refusaient à signer tout contrat de location. Fort heureusement, M. l'Ingénieur Cesari s'offrit à construire un local neuf sur un terrain lui appartenant. Dans le courant du mois de février 1899, l'Institut était installé et le Dr Tonin y traitait un premier malade, un médecin allemand établi à Alexandrie.

## (2) INAUGURATION DE L'INSTITUT DU CAIRE.

Toute œuvre nouvelle attire l'attention et suscite trop souvent la critique. Dans les colonnes des journaux locaux, les polémiques allaient leur train. Elles s'apaisèrent quand on se rendit compte des heureux résultats obtenus, et quand on vit l'Administration de l'Hygiène Publique envoyer des personnes mordues se faire traiter au nouvel institut. Et lorsque, le 19 mars 1899, se fit l'inauguration, en présence des autorités égyptiennes et européennes, au milieu d'un nombreux concours de médecins de toutes les nuances scientifiques, dont quelques-uns avaient été des adversaires de l'œuvre, le Comité de la Société de Bienfaisance Italienne put se féliciter d'avoir fait un beau geste et une noble action.





Le nouvel Institut commença dès lors à fonctionner régulièrement, sous la direction du Dr Tonin et le contrôle de l'Administration Sanitaire. Le nombre croissant des malades qui vinrent s'y faire soigner, pendant sept ans, malades appartenant aux colonies européennes aussi bien qu'à la population du pays, montre surabondamment son utilité reconnue, et la disparition des préventions que la vaccination antirabique avait rencontré au début chez des personnes prévenues ou peu instruites.

### (3) INSTALLATION ET FONCTIONNEMENT.

L'Institut était situé au quartier Tewfikieh, sur l'emplacement où se trouvent actuellement les Ecoles Helléniques (rue Daubrée) et se composait d'un rez-de chaussée et d'un étage, ce dernier réservé à l'habitation du Directeur. Le rez-de chaussée comprenait : une salle d'attente, une salle de traitement, une salle pour les étuves et les appareils de stérilisation, une salle pour les inoculations et autopsies, un bureau et une chambre pour les lapins inoculés.

Un thermostat, spécialement construit pour les pays chauds, permettait de maintenir à température constante les moelles en dessiccation. Deux stérilisateur à air chaud, un stérilisateur à eau chaude d'Abba, un autoclave Chamberland assuraient l'asepsie. L'Institut possédait un bon microscope de Zeiss et les instruments usuels de dissection et de trépanation. Les seringues employées pour les injections étaient du modèle Tursini. Un poste téléphonique facilitait les communications.

A signaler également une petite bibliothèque de livres et de revues techniques.

Des feuilles imprimées en plusieurs langues et distribuées largement à tous les postes de police, à toutes les moudiriehs d'Egypte et de la côte de Syrie, indiquaient les conditions de traitement à l'Institut et donnaient des conseils opportuns sur les précautions à prendre en cas de morsure.

Les personnes traitées étaient réparties en deux catégories : personnes aisées, payant le traitement, habitant en ville à leurs frais, et venant chaque matin à l'Institut pour recevoir l'injection ; indigents, traités gratuitement, hébergés à l'Hôpital de Kasr el Aïni, et amenés chaque matin dans les voitures de l'Administration de l'Hygiène Publique.

Pendant les deux premières années, le Gouvernement Egyptien versait à l'Institut, pour frais de traitement de chaque malade pauvre, une somme de L.E. 2 ; dans la suite, une somme globale annuelle de L.E. 250 fut versée dans le même but.

Les recettes faites durant la première année de fonctionnement permirent de couvrir les avances consenties pour l'installation de l'Institut. Durant les années suivantes, un certain excédent, bien que minime, put, tous frais payés, faire retour à la caisse de la Société de Bienfaisance Italienne, comme en font foi ses comptes rendus financiers annuels.

Pendant deux années le Dr Tonin remplit gratuitement les fonctions de directeur. La situation de l'Institut s'étant améliorée, il toucha dans la suite une modeste rétribution. Le préparateur qui l'aidait dans sa tâche, recevait 600 P.T. par mois ; un domestique indigène était payé 40 francs par mois.

---

## II.—RENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES ET STATISTIQUES.

---

### (1) MÉTHODE DE TRAITEMENT.

Durant les premières années du fonctionnement de son Institut, le Dr Tonin appliqua scrupuleusement la méthode de traitement suivie à l'Institut Pasteur de Paris. Deux cerveaux de lapins de passage, provenant, l'un de Paris, l'autre de Naples, servirent à commencer deux séries de lapins ; puis, ne remarquant aucune différence dans la période d'incubation et la virulence des deux séries, le Dr Tonin les confondit ensuite en une seule.



Expérience faite, et considérant la quantité élevée de morsures graves que présentent en Egypte les personnes traitées, le Directeur se décida à modifier la méthode de Paris, de manière à la rendre plus intensive, et il adopta le tableau de traitement suivant :—

(5 cc. à chaque injection).

		Mélange à parties égales de moelles de		12, 11, 10, 9 jours.
1 <sup>er</sup> jour	1 <sup>re</sup> Série.	{	"	9, 8, 7, 6 "
2 <sup>me</sup> "				6, 5, 4, 4 "
3 <sup>me</sup> "				5, 4, 3, 2 "
4 <sup>me</sup> "				8, 7, 6 "
5 <sup>me</sup> "	2 <sup>me</sup> Série.	{	"	7, 6, 5 "
6 <sup>me</sup> "				6, 5, 4 "
7 <sup>me</sup> "				5, 4, 3 "
8 <sup>me</sup> "				4, 3, 2 "
9 <sup>me</sup> "				3, 2, 1 "
10 <sup>me</sup> "				7, 6, 5 "
11 <sup>me</sup> "	3 <sup>me</sup> Série.	{	"	6, 5, 4 "
12 <sup>me</sup> "				5, 4, 3 "
13 <sup>me</sup> "				4, 3, 2 "
14 <sup>me</sup> "				6, 5, 4 "
15 <sup>me</sup> "	4 <sup>me</sup> Série.	{	"	5, 4, 3 "
16 <sup>me</sup> "				4, 3, 2 "
17 <sup>me</sup> "				3, 2, 1 "
18 <sup>me</sup> "				5, 4, 3 "
19 <sup>me</sup> "	5 <sup>me</sup> Série.	{	"	4, 3, 2 "
20 <sup>me</sup> "				3, 2, 1 "
21 <sup>me</sup> "				2, 1, 0 "
22 <sup>me</sup> "				4, 3, 2 "
23 <sup>me</sup> "	6 <sup>me</sup> Série	{	"	3, 2, 1 "
24 <sup>me</sup> "				2, 1, 0 "
25 <sup>me</sup> "				

Comme on le voit, le traitement était calculé de manière à pouvoir injecter le plus tôt possible aux malades, après préparation suffisante, des émulsions de moelles virulentes, destinées à conférer une forte immunité.

Aux médecins qui s'effaroucheraient de voir employer jusqu'à six fois la moelle desséchée seulement pendant un jour, le Dr P. Remlinger, une autorité en la matière, répond ainsi :— (1)

"A la suite de ses nombreux passages de lapin à lapin, le virus rabique s'est adapté peu à peu à l'organisme de cet animal et au système nerveux central de tous les mammifères en général; il est au contraire désadapté de l'organisme du chien, de celui de l'homme, et de tous les tissus autres que le système nerveux central; il présente pour l'homme en particulier une atténuation manifeste prouvée par le résultat négatif de l'inoculation du *virus frais fixe* au singe et à l'homme lui-même (auto-inoculation de Nitsch), par l'innocuité absolue de la manipulation du virus dans les instituts antirabiques, etc. Il s'ensuit qu'une certaine hardiesse dans les inoculations est parfaitement licite."

Le Dr Tonin apporte lui-même une contribution intéressante à cette manière de voir :— (2)

"*Première observation.*—Dans un cas d'épilepsie, j'ai fait suivre à une dame le traitement Pastorien, préconisé contre cette maladie; je l'ai répété cinq fois, et j'ai injecté du virus fixe frais sans que cette personne en ressentît aucun trouble. *Deuxième observation.*—Dans un cas de paralysie, j'ai injecté une émulsion abondante de virus fixe frais, sans observer aucun accident."

Ces faits sont intéressants parce qu'ils semblent aller à l'encontre de l'une des idées qui ont engagé le Prof. C. Fermi à préparer son vaccin stérilisé à l'acide phénique. (3)

## (2) RÉSULTATS DES TRAITEMENTS.

Les tableaux qui suivent donnent les résultats statistiques des traitements, du 15 février 1899 au 15 avril 1906.

(1) Dr P. REMLINGER, Médecin-Major, Directeur de l'Institut Pasteur de Tanger, "Vaccination antirabique, in *Médicaments Microbiens*," Paris, Baillière, 2<sup>e</sup> éd. (1912), p. 94.

(2) Notes manuscrites communiquées par le Dr R. TONIN.

(3) PROF. C. FERMI, Direttore dell'Istituto d'Igiene della R. Università di Sassari, *Il nuovo metodo italiano per la cura antirabbica*, Roma, 1916, p. 7.

Le tableau I donne les résultats généraux et la répartition en différentes catégories des personnes traitées.

Le tableau II donne la classification de ces mêmes personnes d'après la méthode employée à l'Institut de Paris.

Pour le choix pratique du traitement à adopter pour un malade donné, le Dr Tonin avait adopté une autre méthode qui lui rendit les plus grands services. Il divisait les malades en trois classes :—

Classe I.—Personnes mordues à la tête, personnes dont les blessures saignantes exigeaient pour guérir une médication de dix à douze jours ; ces personnes suivaient le traitement intensif de vingt-trois ou vingt-cinq jours.

Classe II.—Personnes présentant des blessures de gravité moyenne, saignantes, et dont la guérison demandait au moins quatre ou cinq jours ; ces malades étaient traités pendant vingt jours.

Classe III.—Personnes présentant de légères blessures avec érosion de l'épiderme, n'exigeant aucune médication ; ces personnes étaient traitées durant seize jours seulement.

Le tableau III donne les chiffres obtenus avec cette méthode de classification. Il est à remarquer que, à peu d'exception près, les malades morts de rage appartenaient à la classe I. Ainsi se trouve justifiée la nécessité d'un traitement intensif pour les personnes gravement mordues. Ainsi également se trouve démontré le peu de danger relatif des très légères blessures.

Une constatation faite par le Dr Tonin, et confirmée depuis, a trait à la gravité des morsures dues aux chiens sauvages de l'Égypte. Ces animaux, apparentés de près au loup, mettent souvent les tissus en lambeaux, à des profondeurs dont on peut difficilement se faire une idée.

### (3) OBSERVATIONS INTÉRESSANTES.

Il serait trop long de donner ici les détails concernant les personnes qui sont mortes de la rage pendant ou après le traitement à l'Institut. Le plus grand nombre étaient mordues par des loups, à la figure ; certaines morsures présentaient une gravité exceptionnelle. Nous nous permettrons du moins de rapporter, d'après les communications du Dr Tonin, trois observations intéressantes au point de vue médical.

*Observation I.*—Un jeune homme grec est mordu le 6 avril 1899 par un chien qui meurt en présentant des phénomènes suspects. Il entre en traitement le 20 avril ; trois jours plus tard il se plaint de céphalalgie. Appelé pendant la nuit, le Directeur de l'Institut constate les symptômes suivants : inquiétude continuelle, accès d'angoisse respiratoire, aérophobie, panophobie, hydrophobie très manifeste ; un verre d'eau présenté au malade était refusé ; le malade, forcé de boire, avait à peine approché le verre de sa bouche qu'il le repoussait avec terreur et était pris d'un accès de constriction des muscles de la gorge. Le Directeur diagnostiqua la rage et prescrivit des calmants, bromure et chloral. Quel ne fut pas son étonnement en voyant, le matin suivant, le jeune homme se présenter à l'Institut pour suivre le traitement, lequel fut achevé sans incident. On se trouvait donc en présence d'un accès d'hydrophobie nerveuse.

*Observation II.*—K. R. mordu le 18 juin 1903 par un chien reconnu enragé. Il suit le traitement en même temps que plusieurs autres personnes, mordues par le même animal, et plus gravement que lui. Traitement terminé le 11 juillet. Vers le milieu de décembre suivant, K. R. reçoit sur la tête des coups de chaise qui lui causent des blessures assez graves. Peu de jours après, la rage éclate et le malade meurt le 19 décembre. Les autres personnes mordues restent en bonne santé.

*Observation III.*—Un agent de police est mordu à la main le 23 juillet 1903 et termine le traitement préventif le 12 août. Six mois plus tard, étant de service, il est attaqué, sans être mordu, par un chien non enragé. Il ressent une forte frayeur et la rage ne tarde pas à se déclarer. Il meurt le 7 mars 1904.

TABLEAU I.

INSTITUT PRIVÉ DU CAIRE.

(Du 15 Février 1899 au 15 Avril 1906.)

		1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	Totaux et Moyennes.
Nombre des personnes qui se sont présentées pour être traitées ... ..		86	140	183	115	262	437	766	232	2,221
Nombre de personnes régulièrement traitées		77	129	169	107	251	423	720	213	2,089
Cas de rage survenus en cours de traitement ou moins de quinze jours après la fin ...		7	4	5	3	2	5	15	2	43
Cas de rage survenus plus de quinze jours après la fin du traitement ... ..		—	—	1	—	7	4	—	—	12
Mortalité globale comprenant tous les décès		7	4	6	3	9	9	15	2	55
Pourcentage global des décès ... ..		9.0	3.1	3.7	2.7	3.0	2.1	2.0	0.9	2.6 p. cent.
Pourcentage corrigé (insuccès du traitement)		0.0	0.0	0.5	0.0	2.7	0.9	0.0	0.0	0.5 p. cent.
<i>L'origine des morsures.</i>	Chiens... ..	39	99	104	78	132	264	310	175	1,201=91 p. cent.
	Chats ... ..	2	—	3	7	7	5	6	2	32=2.4 p. cent.
	Loups ... ..	1	1	1	3	5	5 <sup>(2)</sup>	4	1	21
	Renards et chacals ...	1	—	1	1 <sup>(1)</sup>	2	1	3	1	10
	Singes ... ..	—	—	—	—	1	1	4	3	9
	Chevaux et mulets ...	—	—	—	—	4	5	2	2	13
	Anes ... ..	—	2	1	2	1	4	1	1	12
	Chameaux ... ..	—	—	—	—	2	—	2	4	8
	Bovidés ... ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Autres animaux ...	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	Etres humains ... ..	1	—	—	—	1	1	1	1	5
<i>Les parties du corps mordues.</i>	Tête ... ..	14	13	19	14	27	35	111	34	267=12 p. cent.
	Bras ... ..	25	60	72	50	103	177	250	75	812=40 p. cent.
	Jambes ... ..	28	44	57	37	101	169	276	78	790=38 p. cent.
	Tronc ... ..	10	12	21	6	20	42	83	26	220=10 p. cent.
<i>La nationalité.</i>	Egyptiens ... ..	62	104	118	66	192	344	621	181	1,688=80.8 p. cent.
	Grecs ... ..	4	11	25	23	27	41	52	9	192
	Italiens ... ..	5	5	6	8	13	20	16	4	77
	Français ... ..	1	4	3	1	8	2	14	3	36
	Allemands ... ..	5	1	4	4	—	4	7	—	25
	Autrichiens ... ..	—	—	—	—	3	3	3	—	9
	Belges... ..	—	2	3	1	1	1	—	—	8
	Maltais ... ..	—	2	2	2	3	4	2	—	15
	Suisses ... ..	—	—	2	—	1	—	—	—	3
	Anglais ... ..	—	—	6	—	3	4	5	—	20
	Russes ... ..	—	—	—	1	—	—	—	14	15
	Danois ... ..	—	—	—	1	—	—	—	—	1
<i>Le sexe.</i>	Hommes ... ..	55	98	126	87	183	322	634	173	1,678=80.7 p. cent.
	Femmes ... ..	22	31	43	20	68	101	86	40	411
<i>La date d'admission.</i>	Janvier ... ..	—	2	8	3	14	14	70	48	159
	Février ... ..	2	10	14	10	8	11	41	70	166
	Mars ... ..	3	15	10	11	28	11	82	63	228
	Avril ... ..	10	7	11	9	22	28	78	32	197
	Mai ... ..	3	15	21	12	19	36	70	—	176
	Juin ... ..	4	10	23	7	23	38	72	—	177
	Juillet... ..	9	15	19	4	22	30	96	—	195
	Août ... ..	9	6	7	9	19	32	42	—	124
	Septembre ... ..	4	17	22	3	23	48	47	—	164
	Octobre ... ..	8	8	9	8	18	52	64	—	167
	Novembre ... ..	11	9	12	17	25	76	25	—	175
	Décembre ... ..	9	15	13	14	30	47	33	—	161

(1) 1 chacal mordit 13 personnes.

(2) 1 loup mordit 23 personnes.



TABLEAU II.

INSTITUT PRIVÉ DU CAIRE.

Classification des résultats des vaccinations, d'après les règles de l'Institut de Paris.

*Ce tableau ne comprend que les morts qui se sont produites plus de quinze jours après la fin du traitement.*

	Morsures à la tête.			Morsures aux membres.			Morsures au corps.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	20	0	0·0	76	0	1·3	40	0	0·0	136	0	0·0
Tableau B . . . . .	47	1	2·1	206	5	2·4	90	0	0·0	343	6	1·7
Tableau C ... ..	200	1	0·5	1,320	4	0·3	90	1	0·9	1,610	6	0·3
	267	2	0·7	1,602	9	0·5	220	1	0·4	2,089	12	0·5

Tableau A. — La rage de l'animal mordeur a été expérimentalement constatée par le développement de la rage chez des animaux mordus par lui ou inoculés avec son bulbe.

Tableau B. — La rage de l'animal a été constatée par examen vétérinaire.

Tableau C. — L'animal mordeur est suspect de rage.

TABLEAU III.

INSTITUT PRIVÉ DU CAIRE.

Classification des résultats des vaccinations, d'après la méthode du Dr. Tonin.

	Mortalité globale.			Mortalité corrigée.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Classe I ... ..	572	49	8·5	572	7	1·2
Classe II ... ..	1,107	5	0·4	1,107	5	0·4
Classe III ... ..	410	0	0·0	410	0	0·0
	2,089	54	2·6	2,089	12	0·5

Classe I.—Personnes mordues à la tête, personnes très gravement mordues.

Classe II.—Personnes assez gravement mordues.

Classe III.—Personnes légèrement mordues.



## APPENDICE.

---

### Publications du Dr. R. Tonin se rattachant à l'Etude de la Rage.

---

(1) *Relation sur l'Institut Antirabique du Caire*, par le Dr TONIN (Extrait du "Bulletin de la Société Médicale du Caire"). Le Caire, Imprimerie Centrale, Moussa Roditi, 1900, in 12°, 6 pp.

(2) *Istituto Antirabbico di Cairo*, Primo Triennio 1899-1901, Relazione del Dott. R. TONIN, Direttore dell'Istituto. Le Caire, Imprimerie A. Costagliola, 1902, in 8°, 22 pp.

(3) *Notes Historiques sur la Rage en Egypte*, par le Dr TONIN, Directeur de l'Institut Antirabique du Caire, Le Caire, Imprimerie A. Costagliola, 1903, in 12°, 7 pp.

(4) *Les Corpuscules de Negri dans le Cerveau des Animaux enragés*, par le Dr TONIN, Directeur de l'Institut Antirabique du Caire (Extrait du "Recueil des Communications faites à la Société Khédiviale de Médecine du Caire, 1900-1904"). Le Caire, Imprimerie Nationale, 1905, in 8°, 7 pp.

(5) DOTT. ROMANO TONIN: *Un Caso d'Idrofobia Umana guarito col 606*. (Estratto dal Policlinico. Sez. Pratica, 1912.) Roma, Amministrazione del Giornale "Il Policlinico." N° 46, Vial del Tritone, 1912, in 12° 8 pp.

(6) *Un Cas de Tabes Dorsalis Spasmodique consécutif au Traitement Antirabique*, par le Dr R. TONIN Médecin en chef de l'Hôpital Italien du Caire, présenté à la Société Internationale de Médecine du Caire, 1910. Le Caire, Imprimerie G. Munafò, 1913, in 8°, 6 pp.

---

## DEUXIÈME PÉRIODE, 1906-1917.

### I.—HISTORIQUE.

#### (1) L'INSTITUT DU CAIRE DEVIENT INSTITUT GOUVERNEMENTAL.

Durant les sept années de son fonctionnement, l'Institut privé du Caire avait rendu d'excellents services et sauvé de la mort un nombre très considérable de malades. Dans le but d'assurer définitivement son existence, le Gouvernement Egyptien manifesta l'intention de faire de l'Institut un institut public gouvernemental. Après une série de pourparlers auxquels furent mêlées les autorités diplomatiques italiennes, Lord Cromer et Sir Horace Pinching, alors Directeur de l'Administration de l'Hygiène Publique, fut décidée la création d'un institut antirabique, rattaché directement à cette dernière administration, et prenant rang parmi les instituts gouvernementaux d'hygiène (chimie et bactériologie) et de vaccine.

#### (2) OUVERTURE DU NOUVEL INSTITUT.

Le 15 avril 1906, le nouvel institut commença à fonctionner sous le contrôle du Dr Bitter, Directeur des Instituts, et la direction effective du Dr Tonin, dans un nouveau local, spécialement bâti et aménagé. Les traitements commencés à cette date furent achevés, et de nouveaux malades se succédèrent sans aucune interruption.

La difficile période de transition ainsi écoulée, sans heurts ni secousses, le Dr Tonin songea à se retirer. Une nombreuse clientèle l'appelait en ville ; ses fonctions de médecin de l'Hôpital Italien et de la Société de Bienfaisance Italienne lui laissaient peu de loisirs. Malgré ses goûts très vifs pour les travaux d'expérimentation et de laboratoire, il décida de se consacrer à la clinique et donna sa démission.

Cependant, un échange de correspondance avait lieu entre le Gouvernement Egyptien et le Directeur de l'Institut Pasteur de Paris. Sollicité de faire choix, parmi les élèves de l'Institut, d'un homme compétent, qui acceptât de venir au Caire, le Dr Roux proposa un nom. Des retards de courriers, des formalités administratives firent échouer cette première candidature, et la personnalité choisie accepta un autre poste. Prié de nouveau télégraphiquement de faire choix d'un autre candidat, le Dr Roux offrit le poste au Dr Adolphe Bain, qui accepta et signa un contrat avec le Ministère de l'Intérieur égyptien.

Arrivé au Caire dans le courant d'avril, le Dr Bain prit la direction effective de l'Institut Antirabique le 1<sup>er</sup> mai 1906.

#### (3) MODIFICATIONS SUCCESSIVES DANS LE PERSONNEL DE L'INSTITUT.

En plus du Directeur, le personnel de l'Institut comprenait, à ses débuts, deux assistants préparateurs techniques : un assistant de 1<sup>re</sup> classe, M. Carl Morison, d'origine allemande, et un assistant de 2<sup>e</sup> classe, M. Giovanni Cattelani, d'origine italienne, ancien assistant du Dr Tonin. Un secrétaire, Halim Eff. Guirguis, entré en fonctions le 12 mai 1906, avait le soin des registres et de la correspondance officielle. A signaler de plus deux domestiques indigènes auxquels fut plus tard adjoint un troisième.

En 1908, les deux assistants s'étant retirés, le Directeur s'adressa à l'Institut Pasteur de Paris pour obtenir quelqu'un qui pût les remplacer. En septembre, M. F. Jupille, le frère du célèbre Jupille, entra en fonctions. Un an plus tard, il était obligé de retourner en France, la santé de sa femme s'accommodant mal du climat d'Égypte. Deux jeunes médecins de l'Hygiène Publique, les docteurs S. Choukry et Charbin, aidèrent durant quelque temps le Dr Bain dans sa tâche. Enfin, le 25 septembre 1909, M. Louis Soulanet, de Montpellier, prenait possession du poste d'assistant de laboratoire. Il en remplit les obligations avec dévouement jusqu'au 1<sup>er</sup> août 1914, date à laquelle la mobilisation générale l'appela sous les drapeaux. Peu de temps après son arrivée au régiment, une maladie aiguë l'emporta, dans toute la force de l'âge (29 novembre 1914).

En 1911, le Directeur de l'Institut, voyant d'année en année s'accroître le nombre des personnes traitées, sentit la nécessité d'un second assistant, et le secrétaire de l'Institut, Halim Eff. Guirguis, passant au cadre technique, fut choisi pour ces fonctions, qu'il remplit encore en qualité d'assistant de 2<sup>e</sup> classe. Quant au poste de secrétaire, après avoir été confié successivement pendant quelques mois, à deux employés, il fut donné, en juin 1912, à Zaki Eff. Bermawi qui l'occupe jusqu'à ce jour.

La mobilisation de 1914 trouva le Dr Bain en congé en France ; appelé en qualité de médecin-major, il ne put revenir prendre ses fonctions de Directeur de l'Institut à l'automne suivant. Le Dr Louis Awad, assistant de bactériologie à l'Institut d'Hygiène, et qui avait déjà, à plusieurs reprises, fait des intérim à l'Institut Antirabique, le suppléa pendant quelques mois. Puis, au début du mois de février 1915, le R. P. Pierre de Vregille, ex-Directeur de l'Institut Pasteur de Beyrouth, que la guerre avait obligé de quitter la Turquie, et qui se trouvait de passage en Égypte, fut chargé de prendre la direction de l'Institut du Caire.

Dans le courant de 1916, il fut décidé de créer à l'Institut, en plus du poste d'assistant de laboratoire, un poste de médecin-assistant, afin de laisser plus de liberté au Directeur, et de le suppléer pour les injections des malades, soit à l'Institut, soit à l'Hôpital de Kasr el Aïni ou à domicile. Le Dr Rizkallah Barsoum fut nommé à ce poste. Il ne devait malheureusement pas y rester longtemps, et la mort l'enleva après une courte maladie. Il fut remplacé, dans le courant du mois de mai 1917, par le Dr Sadek Muftah, actuellement en fonctions.

#### (4) INSTALLATION ET AMÉNAGEMENT.

L'Institut du Caire est situé dans la partie sud-est du vaste jardin qui entoure le Ministère des Travaux Publics, à proximité de l'Administration Centrale de l'Hygiène Publique, au sud du grand carrefour de Kasr el Nil. Durant l'hiver de 1905-1906 fut construit le bâtiment formant l'Institut proprement dit ; en 1907 on y adjoignit une nouvelle construction pour servir d'écurie aux animaux.

Le pavillon principal se compose d'un rez-de-chaussée formant un rectangle de 23 mètres sur 22 mètres, à peu près orienté. Deux entrées, au nord et au sud, donnent accès à un corridor central sur lequel ouvrent le bureau du directeur, le secrétariat, une salle d'attente, la salle de traitement, le laboratoire ; sur un court corridor transversal donnent la salle de préparation des vaccins, la salle d'inoculation, un laboratoire de stérilisation ; une chambre annexe, utilisée au début comme écurie, sert actuellement de dépôt. Le sol est formé de lignolite ; les salles de préparation, d'inoculation et de traitement sont peintes complètement à l'émail blanc. Eau, gaz, électricité, téléphone sont commodément installés.

Séparé du précédent par une cour où attendent les malades indigents, et donnant lui-même sur une cour-jardin, le bâtiment des animaux s'étend de part et d'autre d'un portail, sur une longueur de 43 mètres et une largeur de 6 mètres. Il comprend une écurie pour les lapins inoculés avec des cerveaux d'animaux suspects, une écurie pour les lapins de passage, une écurie pour les lapins neufs, une écurie pour les cobayes et une écurie pour les moutons fournissant le sérum ; de plus, un magasin à fourrage.

## TABLEAU IV.

### COURBE DU MOUVEMENT MENSUEL 1899 - 1906.

NOTA: *La courbe a été faite en remplaçant les valeurs des mois manquants par la moyenne des valeurs des mois correspondants des autres années.*







Sans entrer dans des détails superflus, nous dirons que l'aménagement technique de l'Institut est fort complet. Mentionnons simplement les appareils suivants :—

- Un microscope de Zeiss, grand modèle, deux platines.
- Un microtome, modèle Minot, de Cogit.
- Deux étuves avec régulateurs à gaz, de Lautenschläger.
- Un stérilisateur à air chaud du même constructeur.
- Deux autoclaves Chamberland.
- Deux glaciers pour la conservation des moelles et cerveaux.
- Un assortiment nombreux d'instruments de dissection et de verrerie.

#### (5) FONCTIONNEMENT.

L'Institut est ouvert tous les jours, sans aucune exception, de 8 heures du matin à 1 heure ou 1 heure et demie. Le premier travail consiste dans l'ablation des cerveaux et des moelles ; puis vient la préparation des vaccins. Pendant ce temps a lieu l'enregistrement des nouveaux malades. A 10 heures et demie les personnes en traitement sont appelées par séries pour recevoir l'injection. On fait ensuite la trépanation et l'inoculation des lapins de passage, puis l'inoculation des lapins de contrôle pour les animaux suspects de rage. A intervalles réguliers a lieu l'inoculation des moutons fournissant le sérum. Parallèlement, se fait le travail de recherches microscopiques et le travail de correspondance administrative.

Les personnes traitées sont réparties en deux catégories : personnes payant les frais du traitement, personnes indigentes. Les premières habitent en ville et viennent simplement se faire injecter chaque matin ; les autres sont hébergées et nourries gratuitement à l'hôpital gouvernemental de Kasr el Aïni ; des voitures de l'Hygiène Publique les amènent chaque matin à l'Institut pour recevoir les injections. Par concession spéciale, certaines personnes pauvres, non hospitalisées, sont admises au traitement gratuit, sur présentation d'un certificat d'indigence émanant des autorités civiles ou religieuses dont elles relèvent.

Le prix du traitement complet est de 3 L.E. Un traitement compris entre une et deux semaines se paie 2 L.E. Un traitement ne dépassant pas une semaine est tarifé à 1 L.E.

En règle générale, le traitement n'a lieu qu'à l'Institut. En cas de nécessité absolue, les injections peuvent être faites à l'hôpital ou à domicile ; dans ce dernier cas, les frais de déplacement du Directeur ou de son assistant sont à la charge du malade.

Le traitement des personnes mordues n'est qu'un pis-aller ; des mesures prophylactiques contre la rage s'imposent, en Egypte surtout, où les chiens errants sont si nombreux. L'Institut fonctionne donc en étroite collaboration avec le Service Vétérinaire du Ministère de l'Agriculture. Chaque matin, quand il y a lieu, le Directeur de l'Institut adresse au Directeur du Service Vétérinaire la liste des nouveaux malades qui se sont présentés, avec le détail des circonstances qui permettront de retrouver et d'arrêter les animaux mordeurs signalés. Si ceux-ci peuvent être pris vivants, ils sont mis en observation dans des locaux réservés à cet effet dans les principales villes d'Egypte, et des rapports sont adressés au Directeur de l'Institut, relatant les conditions de santé de ces animaux. Suivant la teneur de ces rapports le traitement des personnes mordues est prolongé ou arrêté. Si les animaux mordeurs ont été tués ou meurent en observation, leur cerveau est extrait par les soins des vétérinaires et envoyé le plus rapidement possible à l'Institut, afin de permettre des inoculations au lapin ou des recherches microscopiques. Lorsque les résultats sont positifs, le Service Vétérinaire, avisé, fait procéder aussitôt à l'empoisonnement des chiens dans les localités contaminées.

Malgré toutes ces précautions, malgré le nombre très considérable de chiens détruits chaque année, l'inertie des paysans et la difficulté d'atteindre les animaux sauvages, loups, renards, chacals, lesquels servent en quelque sorte de réservoir à virus, rendent extrêmement malaisée la tâche de supprimer la rage en Egypte. L'imposition de taxes sur les chiens, actuellement à l'étude, réduira le nombre de cas dans les villes, mais les campagnes paieront, longtemps encore, un lourd tribut à la terrible maladie.

## II.—RENSEIGNEMENTS D'ORDRE TECHNIQUE.

### (1) MÉTHODE DE TRAITEMENT.

#### (a) *Vaccination.*

De 1906 à 1909, le Dr Bain employa, pour la vaccination, des moelles desséchées d'après la méthode originale de Pasteur, et suivit, pour les injections, l'ordre adopté à l'Institut de Paris.

L'emploi de cette méthode présentait un inconvénient : dans un pays chaud comme l'Egypte, et avec le degré d'humidité relative élevé que l'on enregistre durant les mois de la crue du Nil, il était difficile d'obtenir des moelles régulièrement desséchées, et dont la virulence fut constante pour un temps de dessiccation déterminé.

Ces motifs décidèrent le Dr Bain à adopter, à partir de 1909, la méthode des dilutions de Högyes. Les vaccins furent, dès lors, préparés avec du virus fixe frais, convenablement émulsionné et dilué dans l'eau physiologique. De plus, les cerveaux et moelles, avant d'être utilisés, furent conservés à la glacière, dans de la glycérine neutre. Les propriétés antiseptiques de la glycérine, trop faibles pour atténuer le virus rabique, sinon au bout d'un temps très long, sont suffisantes pour tuer les germes infectieux qui pourraient exister dans la substance nerveuse extraite des lapins. En fait, des prises d'essais effectués dans les vaccins, et ensemencées dans différents milieux de culture, n'ont jamais donné qu'un nombre nul ou infime de colonies. A partir du moment où cette méthode a été employée, on n'a plus jamais noté la formation d'abcès chez les personnes traitées, et les injections sont très bien supportées.

La technique originale de Högyes comporte un assez grand nombre de dilutions de titres divers, injectées généralement à raison de deux piqûres par jour. En raison des circonstances locales, cette technique a été simplifiée à l'Institut du Caire.

De 1909 à 1911, les dilutions de moelles employées pour les injections étaient au nombre de cinq :—

Dilution n° 5	contenant	$\frac{1}{8}$	de cm. de moelle (1)	dans	5 cc. d'eau salée ; soit dilution au	$\frac{1}{40}$
" 4	"	$\frac{1}{8}$	"	"	"	$\frac{1}{20}$
" 3	"	$\frac{1}{4}$	"	"	"	$\frac{1}{10}$
" 2	"	$\frac{1}{2}$	"	"	"	$\frac{1}{5}$
" 1	"	$\frac{1}{2}$	"	"	"	$\frac{1}{5}$

En 1911, le Dr Bain intensifia le traitement et décida d'injecter, dès le premier jour, la dilution n° 3, sans plus employer les dilutions n°s 5 et 4. Mais quelques cas d'intoxication l'engagèrent

(1) Les lapins d'Egypte pesant en moyenne 1,500 gr., 1 cm. de longueur de leur moelle représente environ 12.5 centigrammes.



à revenir en arrière et, en 1912, il reprit l'emploi des cinq dilutions, en diminuant leur titre respectif; il injectait alors les émulsions suivantes :—

Dilution n° 5	contenant	$\frac{1}{5}$	de cm. de moelle	dans	5 cc. d'eau salée ;	soit dilution au	$\frac{1}{250}$
" 4	"	$\frac{1}{6}$	"	"	"	"	$\frac{1}{240}$
" 3	"	$\frac{1}{8}$	"	"	"	"	$\frac{1}{200}$
" 2	"	$\frac{1}{10}$	"	"	"	"	$\frac{1}{160}$
" 1	"	$\frac{1}{15}$	"	"	"	"	$\frac{1}{120}$

En 1913, le Directeur crut devoir diminuer encore le titre des émulsions ; il employa dès lors les dilutions suivantes :—

Dilution n° 5	contenant	$\frac{1}{5}$	de cm. de moelle	dans	5 cc. d'eau salée ;	soit dilution au	$\frac{1}{600}$
" 4	"	$\frac{1}{12}$	"	"	"	"	$\frac{1}{500}$
" 3	"	$\frac{1}{15}$	"	"	"	"	$\frac{1}{400}$
" 2	"	$\frac{1}{8}$	"	"	"	"	$\frac{1}{300}$
" 1	"	$\frac{1}{10}$	"	"	"	"	$\frac{1}{250}$

Le pourcentage de mortalité de 1914 ayant été relativement élevé, peut-être, semble-t-il, à cause de la faiblesse des émulsions, il fut décidé de revenir au traitement adopté en 1912, et de commencer les injections avec une dilution au  $\frac{1}{280}$ . C'est la méthode adoptée depuis le début de 1915.

D'une manière générale, les dilutions sont injectées à chaque malade, à raison de 5 cc. par jour, pendant vingt et un jours, et les dilutions de titre différent se succèdent d'une manière graduée correspondant à la gravité des morsures. Dans les cas de morsures graves, on injecte à deux ou trois reprises, dans le cours du traitement, 10 cc. de vaccin en deux points de l'abdomen. Le traitement, de l'avis du Directeur, est quelquefois limité à deux semaines, ou prolongé pendant vingt-cinq jours.

#### (b) Sérothérapie.

Dès le début du fonctionnement de l'Institut, fut employée, dans les cas de morsures à la tête et dans les cas de traitement tardif, la méthode sérothérapique du Dr Marie, en usage à Paris.

Le procédé original est le suivant : on broie finement 1 gramme de bulbe de lapin de passage dans 10 centimètres cubes d'eau physiologique ; à 2 centimètres cubes de cette dilution décimale on ajoute 4 centimètres cubes de sérum antirabique de mouton, et on injecte 6 centimètres cubes de ce mélange, chaque jour, pendant trois jours.

Le Dr Bain, après avoir d'abord suivi la méthode originale, la modifia en 1910 ; il injecta dès lors 10 centimètres cubes d'un mélange à parties égales de la dilution décimale et du sérum antirabique.

Pour que le mélange virus-sérum donne de bons résultats, il faut que le virus se trouve légèrement en excès. Prenant en considération la difficulté pratique de vérifier ces proportions, le Directeur de l'Institut se décida, au début de 1916, à adopter la méthode du Dr Babès, qui consiste à injecter, dès le commencement du traitement, une certaine quantité de sérum antirabique pur, de manière à saturer l'organisme d'anticorps, et à permettre ensuite un traitement vaccinant énergique.

A l'heure actuelle, le traitement appliqué aux personnes gravement mordues est donc le suivant : dès le début, injection de 20 ou 25 centimètres cubes de sérum pur ; on injecte simultanément, en un point différent, la série ordinaire des émulsions ; puis on continue les injections de vaccin seul, à doses plus concentrées, relativement, que dans le traitement normal. Cette méthode a donné satisfaction.



## (2) CLASSIFICATION DES PERSONNES TRAITÉES.

D'après les règles adoptées à l'Institut de Paris, les malades, suivant leurs blessures, sont répartis en trois catégories :—

Personnes mordues à la tête.

Personnes mordues aux mains.

Personnes mordues sur le reste du corps.

En France, cette classification a sa raison d'être, car les gens étant habillés, s'ils sont mordus sur le corps (tronc, bras, jambes), ils sont forcément mordus à travers les vêtements. Les seules morsures faites sur des parties découvertes sont les morsures à la tête et aux mains, les premières étant les plus graves et, par suite, mentionnées à part. En Egypte, au contraire, les paysans, les enfants gardent fort peu de vêtements ; ils peuvent donc être mordus sur des parties découvertes autres que la tête et les mains : pieds, jambes, cuisses, dos, bras, épaules. En fait les morsures en ces divers points sont excessivement fréquentes.

Pour ce motif, l'Institut du Caire a, dès le début, adopté la classification suivante des personnes traitées :—

Personnes mordues à la tête.

Personnes mordues directement sur la peau.

Personnes mordues à travers les vêtements.

Les rapports annuels publiés par l'Institut relatent d'autre part le nombre de morsures graves ou légères que l'on a enregistrées. Il ne sera pas inutile de signaler, à ce propos, le nombre très considérable de morsures excessivement graves que l'on rencontre en Egypte. Sans mentionner les morsures faites par des loups, et qui sont toujours terribles, dans tous les pays, il est certain que les morsures faites par les chiens sauvages d'Egypte, apparentés aux loups, dépassent souvent toute imagination. Les registres de l'Institut mentionnent des malades portant jusqu'à vingt-huit blessures graves ; d'autres dont le nez et les lèvres avaient été complètement arrachés, d'autres dont les organes génitaux avaient été absolument sectionnés, d'autres dont la joue entière, enlevée, laissait voir à nu les mâchoires ; un enfant avait subi, à travers les os du crâne, encore tendres, une multiple inoculation cérébrale. On conçoit que le traitement de ces pauvres malades ne donne pas toujours de bien bons résultats.

Une autre constatation, non sans importance, c'est celle du mauvais état des morsures. Les fellahs ont, trop souvent, l'habitude d'infecter leurs plaies avec tous les objets les plus susceptibles de les contaminer, poils du chien mordeur, excréments, terre mouillée, etc.

Enfin, il faut signaler le retard que mettent souvent les gens du peuple à rapporter l'accident qui leur est arrivé et à venir se faire traiter. Il arrive assez souvent à l'Institut des personnes mordues depuis vingt-sept jours, trente jours, soixante jours. D'autres même ne viennent pas du tout et, chaque année, les statistiques de l'Hygiène Publique enregistrent la mort par la rage d'un certain nombre de personnes non traitées.

## (3) RÉSULTATS STATISTIQUES.

Le tableau V donne les résultats généraux des traitements, de 1906 à 1917. Les tableaux VI à XVI donnent, année par année, les pourcentages détaillés de la mortalité corrigée (malades morts plus de quinze jours après la fin du traitement) d'après les règles de classification des malades adoptées à l'Institut du Caire. Ces tableaux ne comprennent que les malades complètement et utilement traités.

Le tableau XVII donne la totalisation des tableaux précédents.

Le tableau XVIII donne la répartition des malades morts de rage, d'après la durée de la période d'incubation. Les tableaux XVIII A, XVIII B, et XVIII C donnent des résultats plus détaillés sur le même sujet.

Le tableau XIX donne la mortalité des personnes traitées, réparties d'après leur âge. On voit quel lourd tribut paye l'enfance à la terrible maladie. Le sexe mâle représente 82.5 pour cent de la mortalité totale. Cette proportion est à peu près celle qui existe entre les personnes du sexe masculin et celles du sexe féminin qui suivent le traitement. L'influence du sexe est donc nulle sur la mortalité.

Le tableau XX montre la répartition des personnes traitées, classées d'après leur âge. Ce tableau contient une curieuse anomalie : alors que le nombre des personnes traitées décroît naturellement et régulièrement depuis cinq à dix ans jusqu'à soixante-dix ans et plus, il existe un nombre anormal de personnes âgées de quarante à quarante-cinq ans. L'explication est probablement celle-ci : beaucoup de gens du peuple ignorent leur âge exact ; quand ils ont entre trente-cinq et cinquante ans, ils donnent volontiers un âge compris entre quarante et quarante-cinq ans, ce qui leur demande moins d'effort d'esprit. Un certain nombre des personnes comprises dans la colonne 40-45 devraient être reportées sur les colonnes précédentes et suivantes.

Le tableau XXI donne la courbe moyenne mensuelle des personnes traitées. Cette courbe présente deux maxima dont il n'est pas très aisé de fournir une explication. Le maximum du mois de mars pourrait être mis sur le compte de la période du rut ; les rassemblements d'animaux qui se produisent alors peuvent, jusqu'à un certain point, expliquer une plus large propagation de la rage chez ces animaux, et par suite un plus grand nombre de morsures.<sup>(1)</sup> Le maximum d'été coïncide avec l'élévation de température ; mais nous savons d'autre part que la température n'influe pas directement sur l'augmentation des cas de rage, puisque, en Russie, par exemple, et en Roumanie, le maximum des cas a lieu durant l'hiver.

Il existe une certaine opposition entre la courbe de la rage et la courbe moyenne de la crue du Nil, mais il est difficile de voir entre les deux phénomènes un lien de causalité. Tout au plus, pourrait-on dire que, dans les parties de l'Égypte irriguées par inondation, l'interruption des communications entre les villages empêche les animaux mordeurs de circuler en faisant des victimes.

Une remarque peut également trouver place ici : pendant les mois chauds, les habitants des campagnes dorment très souvent dehors pendant la nuit, soit dans leurs champs, pour en surveiller les récoltes, soit dans le voisinage de leurs habitations, pour en éviter la torride atmosphère. Ils peuvent ainsi être facilement mordus par des animaux sauvages ; et de fait, on constate à l'Institut que beaucoup de personnes déclarent avoir été ainsi mordues pendant leur sommeil.

Certaines courbes annuelles (voir tableau XXI, courbe de 1912) montrent une curieuse périodicité de maxima et de minima. Le nombre de personnes mordues, qui est relativement bas en janvier, augmente en février, puis diminue en mars, puis augmente relativement en avril, et ainsi de suite. La période moyenne qui s'écoule entre deux maxima successifs est d'environ cinquante ou soixante jours, et correspond vraisemblablement à la période d'incubation chez une nouvelle série d'animaux enragés. Le phénomène s'expliquerait ainsi : une série d'animaux atteints de rage mordent, dans le courant de février, des personnes et d'autres animaux ; ces personnes viennent à l'Institut (augmentation du nombre des traités) ; les animaux mordeurs meurent ; les animaux mordus par eux entrent dans la période d'incubation (diminution du nombre des traités) ; puis ces animaux ayant pris la rage mordent une nouvelle série de personnes (nouvelle augmentation du nombre des traités) ; et ainsi de suite. Il est facile de conclure à la nécessité de la destruction des animaux errants dans les localités contaminées.

---

(1) Voir "Traité de la Rage," par BABES, p. 11.



TABLEAU V.

## INSTITUT ANTIRABIQUE DU CAIRE.

## Résultats Statistiques Généraux.

(Du 15 Avril 1906 au 31 Décembre 1916.)

	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	Totaux et Moyennes.
Nombre total des personnes traitées à l'Institut	424	514	622	692	658	681	899	748	686	669	789	7,382
Traitements interrompus par les malades eux-mêmes	4	2	6	2	3	4	3	1	6	4	5	40
Traitements interrompus ou inutiles, l'animal mordeur étant resté en bonne santé	51	82	83	84	83	114	126	138	149	147	164	1,221
Traitements inutiles, l'animal mordeur ayant été reconnu sain par inoculation au lapin	11	26	21	4	7	2	3	7	21	22	24	148
Traitements suivis régulièrement et utilement	358	404	512	602	565	561	767	602	510	496	596	5,973
Cas de rage survenus en cours de traitement ou dans les quinze jours qui ont suivi le traitement	2	4	15	10	10	11	8	14	7	3	11	95
Cas de rage survenus plus de quinze jours après la fin du traitement (insuccès vrais)	3	1	6	6	3	5	4	2	10	2	5	47
Mortalité globale, comprenant tous les décès	5	5	21	16	13	16	12	16	17	5	16	142
Pourcentage global des décès	1.39	1.23	4.10	2.67	2.32	2.85	1.56	2.65	3.33	1.00	2.70	2.37
Pourcentage corrigé, représentant les insuccès du traitement	0.84	0.24	4.17	0.90	0.54	4.10	0.50	0.33	4.96	0.40	0.83	0.78
L'origine des morsures.	Chiens	310	450	530	537	512	687	548	450	455	544	5,393
	Chats	18	15	25	42	23	36	30	25	9	14	268
	Loups	19	15	29	21	8	23	7	28	15	16	181
	Renards ou chacals	1	—	—	—	—	2	1	—	2	—	8
	Singes	4	1	3	3	1	—	2	—	3	2	20
	Chevaux ou mulets	2	—	—	—	—	—	2	3	3	2	12
	Anes	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
	Chameaux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	Bovides	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31
	Autres animaux	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Les parties du corps mordues.	Etres humains	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	Contamination au laboratoire	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31
	Tête...	32	33	65	58	69	87	59	60	58	51	640
La nationalité.	Parties découvertes	152	201	217	269	288	358	292	241	281	345	2,870
	Parties couvertes par les vêtements...	174	170	230	275	228	322	251	209	157	200	2,463
	Egyptiens	292	330	434	457	415	539	448	460	439	538	4,776
La date d'admission.	Etrangers résidents	43	52	45	97	79	85	91	45	52	54	698
	Etrangers	23	22	33	48	71	143	63	5	5	4	499
	Janvier	—	22	21	46	48	45	51	28	42	48	409
	Février	—	26	30	36	33	67	56	40	37	27	386
Répartition d'après	Mars	—	24	41	57	58	60	59	45	55	64	514
	Avril	21	33	39	56	47	80	42	43	43	51	500
	Mai	47	36	54	47	41	56	44	44	39	56	510
	Juin	48	47	62	57	44	87	76	55	26	52	598
	Juillet	41	51	64	48	52	87	71	42	50	35	558
	Août	48	40	63	41	51	105	44	35	42	62	573
	Septembre	65	39	31	66	54	53	47	68	42	62	570
	Octobre	31	30	41	43	47	38	24	43	40	41	437
	Novembre	29	30	29	60	49	52	47	28	40	52	464
	Décembre	28	30	37	45	41	57	40	39	40	43	454





TABLEAU VII.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1907.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre).*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	5	0	0	11	0	0	11	0	0	27	0	0
Tableau B ... ..	3	0	0	15	0	0	12	0	0	30	0	0
Tableau C ... ..	25	0	0	175	1	0·6	147	0	0	347	1	0·2
	33	0	0	201	1	0·5	170	0	0	404	1	0·24

TABLEAU VIII.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1908.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre).*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	6	0	0	16	0	0	9	0	0	31	0	0
Tableau B ... ..	3	0	0	13	0	0	6	0	0	22	0	0
Tableau C ... ..	56	4	7·1	188	2	1·0	215	0	0	459	6	1·3
	65	4	6·0	217	2	0·9	230	0	0	512	6	1·17

TABLEAU IX.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1909.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre).*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	1	0	0	4	0	0	1	0	0	6	0	0
Tableau B ... ..	9	0	0	47	0	0	20	0	0	76	0	0
Tableau C ... ..	48	4 <sup>(1)</sup>	8·0	218	2	0·9	254	0	0	520	6	1·1
	58	4	6·0	269	2	0·8	275	0	0	602	6	0·90

<sup>(1)</sup> Le 2003 est douteux (symptômes peu nets). Il est pourtant compté parce que trois autres personnes mordues par le même animal sont mortes de rage.

TABLEAU X.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1910.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	2	0	0	33	0	0	20	0	0	55	0	0
Tableau B ... ..	3	1	33·3	29	0	0	18	0	0	50	1	2·0
Tableau C ... ..	64	2	3·1	206	0	0	190	0	0	460	2	0·4
	69	3	5·0	268	0	0	228	0	0	565	3	0·54

TABLEAU XI.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1911.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	6	0	0	23	0	0	10	0	0	39	0	0
Tableau B ... ..	4	0	0	15	0	0	13	0	0	32	0	0
Tableau C ... ..	58	2 <sup>(1)</sup>	3·4	208	3	1·4	224	0	0	490	5	1·0
	68	2	2·9	246	3	1·5	247	0	0	561	5	1·10

(1) Un cas douteux (3305) est compté parce que trois autres personnes mordues par le même animal sont mortes de rage.

TABLEAU XII.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1912.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	3	0	0	19	0	0	9	0	0	31	0	0
Tableau B ... ..	4	0	0	26	0	0	10	0	0	40	0	0
Tableau C ... ..	80	3	3·8	313	0	0	303	1	0·3	696	4	0·6
	87	3	3·6	358	0	0	322	1	0·3	767	4	0·50

TABLEAU XIII.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1913.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	7	1	14·3	30	0	0	25	0	0	62	1	1·5
Tableau B ... ..	4	0	0	19	1	5·3	5	0	0	28	1	3·7
Tableau C ... ..	48	0	0	243	0	0	221	0 <sup>(1)</sup>	0	512	0	0
	59	1	1·7	292	1	0·3	251	0	0	602	2	0·33

<sup>(1)</sup> Un cas douteux (4663) omis dont les symptômes ont été très peu nets. Le 5015 pas compté parce qu'entré en traitement trente jours après la morsure.

TABLEAU XIV.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1914.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	2	0	0	26	1	3·4	21	0	0	49	1	2·0
Tableau B ... ..	0	0	0	12	0	0	5	0	0	17	0	0
Tableau C ... ..	58	4 <sup>(1)</sup>	6·9	203	4	1·0	183	1	0·5	444	9	2·0
	60	4	6·6	241	5	2·0	209	1	0·2	510	10	1·96

<sup>(1)</sup> Un cas douteux (5327), symptômes peu nets, est compté parce qu'une autre personne mordue par le même animal est morte de rage.

TABLEAU XV.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1915.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	2	0	0	22	0	0	8	0	0	32	0	0
Tableau B ... ..	4	0	0	18	0	0	6	0	0	28	0	0
Tableau C ... ..	52	1	1·9	241	1	0·4	143	0	0	436	2	0·4
	58	1	1·8	281	1	0·3	157	0	0	496	2	0·40

TABLEAU XVI.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques au Caire, en 1916.**

*(Du 1<sup>er</sup> Janvier au 31 Décembre.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	6	0	0·0	32	0	0·0	21	0	0·0	59	0	0·0
Tableau B ... ..	6	0	0·0	29	0	0·0	8	0	0·0	43	0	0·0
Tableau C ... ..	39	2	5·1	284	3	1·0	171	0	0·0	494	5	1·0
	51	2	4·0	345	3	0·8	200	0	0·0	596	5	0·80

TABLEAU XVII.

**Résultats des Vaccinations Antirabiques, au Caire.**

TABLEAU GÉNÉRAL.

*(Du 15 Avril 1906 au 1<sup>er</sup> Janvier 1917.)*

	Morsures à la tête.			Morsures sur des parties découvertes.			Morsures à travers les vêtements.			Totaux.		
	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.	Traités.	Morts.	Mortalité pour cent.
Tableau A ... ..	44	1	2·2	239	1	0·4	159	1	0·6	442	3	0·6
Tableau B ... ..	42	1	2·3	232	1	0·4	108	0	0·0	382	2	0·8
Tableau C ... ..	554	22	3·9	2,399	18	0·7	2,196	2	0·06	5,149	42	0·8
	640	24	3·8	2,870	20	0·7	2,463	3	0·1	5,973	47	0·78

(4) REMARQUES DIVERSES.

*(a) Distribution de la rage en Egypte.*

La carte XXII donne le nombre moyen de personnes mordues annuellement dans chaque province ou gouvernorat par des animaux enragés ou suspects, et traitées ensuite régulièrement à l'Institut. Le chiffre décimal exprime la proportion pour 10,000 habitants. Les variations sont relativement légères et l'on peut dire, d'une manière générale, que la rage est uniformément répandue dans le pays et que le nombre des cas enregistrés est sensiblement proportionnel à la densité de la population dans les diverses provinces.

D'un examen plus approfondi il ressort pourtant que certains groupes de localités forment de véritables nids d'animaux enragés. Nous signalerons spécialement le Fayoum ; les villages compris dans un cercle ayant Santa pour centre et s'étendant jusqu'à Tantah à l'ouest et jusqu'à Zifta à l'est ; enfin, les villages compris dans le triangle Faeskour, Dekerness, Cherbine. Dans ces régions la rage semble absolument endémique, et quand on parcourt les registres de l'Institut, les noms des localités en question se présentent si souvent qu'ils créent une sorte d'obsession visuelle.



Prenons comme exemple le district de Fareskour, depuis la fin de 1915, et dressons la liste des personnes mordues :—

18 décembre	1915	...	...	2 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>
2 janvier	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
20 janvier	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
21 janvier	1916	...	...	1 personne mordue par	<i>chien enragé.</i>
7 février	1916	...	...	1 personne mordue par	<i>chien enragé.</i>
11 février	1916	...	...	2 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>
11 mars	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
12 mars	1916	...	...	3 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>
28 avril	1916	...	...	1 personne mordue par	<i>chien enragé.</i>
23 mai	1916	...	...	2 personnes mordues par	chien inconnu.
2 juin	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
22 juin	1916	...	...	4 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>
23 juin	1916	...	...	4 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>
28 août	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
29 août	1916	...	...	2 personnes mordues par	<i>chien suspect.</i>
29 septembre	1916	...	...	2 personnes mordues par	chien inconnu.
13 octobre	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
17 décembre	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
21 décembre	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
30 décembre	1916	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
12 janvier	1917	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
14 janvier	1917	...	...	2 personnes mordues par	chien inconnu.
21 janvier	1917	...	...	4 personnes mordues par	<i>chien suspect.</i>
26 janvier	1917	...	...	4 personnes mordues par	<i>âne enragé.</i>
2 février	1917	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
13 février	1917	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
23 mars	1917	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
2 avril	1917	...	...	1 personne mordue par	<i>chien enragé.</i>
11 avril	1917	...	...	1 personne mordue par	chien inconnu.
29 avril	1917	...	...	2 personnes mordues par	chien inconnu.
9 juin	1917	...	...	7 personnes mordues par	<i>chien enragé.</i>

La périodicité que l'on remarque dans les dates auxquelles apparaissent des chiens enragés ne peut être fortuite ; cette périodicité montre évidemment qu'il y a eu, dans ce district, des transmissions régulières du virus, d'animal à animal, avec des périodes d'incubation à peu près constantes. La destruction des chiens errants, dans ce district, a donc été faite très négligemment, à moins que l'on ne veuille admettre que les conditions locales favorisent la fuite des animaux (espaces désertiques qui s'étendent autour du Lac Menzaleh).

Une carte d'Egypte à grande échelle sert à pointer chaque jour à l'Institut, au moyen de petits drapeaux, les localités où se sont produits des cas de morsure. Or l'on constate que, d'une manière à peu près constante et régulière, les pointages successifs, sur les deux bras du Nil (branche de Rosette et branche de Damiette) se succèdent en remontant vers le nord, dans la direction de la mer. En une localité située sur l'un des bras se produit un jour un cas de morsure ; un, deux, trois jours plus tard un nouveau cas est signalé un peu plus en aval, puis un autre en aval encore, et au bout de quelques jours les drapeaux signaleurs s'échelonnent curieusement dans la direction de Rosette ou de Damiette. Il s'agit quelquefois d'accidents provoqués par le même animal, d'autres fois d'accidents dûs à des animaux différents. Le phénomène se produit aussi le long des branches secondaires du Nil et le long des canaux principaux à direction bien définie. Quoiqu'il en soit, des causes et des explications possibles, le fait méritait d'être rapporté. Il ne se produit pas le long du cours du Nil, en Moyenne et Haute Egypte, ou tout au moins ne se produit pas d'une façon aussi régulière.

(b) *Proportion d'Animaux enragés.*

Occupons-nous seulement des chiens qui constituent la grande majorité des animaux mordeurs (90.3 pour cent) et prenons les chiffres des années 1915 et 1916. Parmi les chiens mordeurs, les uns ont été détruits, ou se sont enfuis ; excluons-les de nos calculs, puisque rien de précis ne peut être affirmé sur leur compte ; ne nous occupons que des chiens pour lesquels on possède un diagnostic précis ; ils se répartissent ainsi :—

	Animaux enragés.		Animaux sains.		Proportion d'animaux enragés sur cent animaux.
	Animaux reconnus expérimentalement enragés.	Animaux déclarés enragés par les vétérinaires.	Animaux reconnus expérimentalement sains.	Animaux reconnus sains après observation.	
1915 ... ..	26	21	22	163	20.2
1916 ... ..	30	13	20	144	20.1

Conclusion : une personne est mordue par un chien ; il y a 20 contre 80 à parier que le chien est enragé ; et comme parmi les chiens détruits ou inconnus, il existe certainement un assez grand nombre d'animaux enragés, on peut affirmer qu'en Egypte, sur cent chiens, à peu près vingt-cinq sont atteints de la rage. Ces chiffres doivent suffire à mettre les promeneurs en garde contre les chiens errants si nombreux dans certaines localités.

C'est à dessein que nous avons choisi comme exemple les années 1915 et 1916. Quelques années auparavant le pourcentage d'animaux enragés était beaucoup plus considérable : dans son Rapport de 1906, le Dr Bain, Directeur de l'Institut, admettait une moyenne de 37.5 pour cent. La destruction de nombreux chiens errants—en 1916 près de 58,000 ont été détruits—a certainement contribué à diminuer une proportion qui, néanmoins, reste encore trop considérable pour une contrée en voie de civilisation.

## APPENDICE.

---

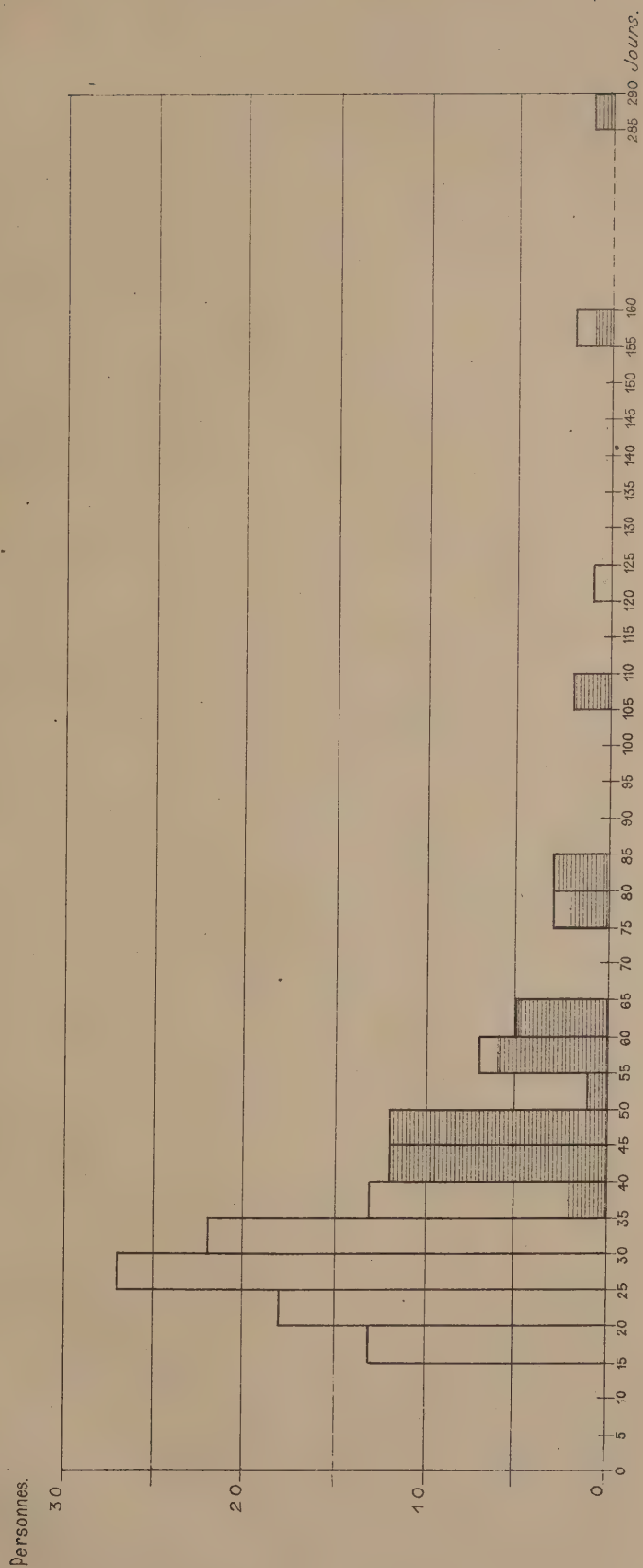
### Publications de l'Institut Antirabique du Caire.

---

- Rapport sur le Fonctionnement de l'Institut durant l'Année 1906*, par le Dr A. BAIN. Polycopié. Épuisé.
- Rapport pour 1907*, par le Dr A. BAIN. Polycopié. Épuisé.
- Rapport pour 1908*, par le Dr A. BAIN. Polycopié. Épuisé.
- Rapport pour 1909*, par le Dr A. BAIN, in Annual Report for 1909, Department of Public Health, Cairo, Government Press, 1910, p. 95.
- Rapport pour 1910*, par le Dr A. BAIN, in Annual Report for 1910, Department of Public Health, 1912, p. 72.
- Rapport pour 1911*, par le Dr A. BAIN, in Annual Report for 1911, Department of Public Health, 1912, p. 121.
- Rapport pour 1912*, par le Dr A. BAIN, in Annual Report for 1912, Department of Public Health, 1914, p. 64.
- Rapport pour 1913*, par le Dr A. BAIN, in Annual Report for 1913, Department of Public Health, 1915, p. 77.
- Rapport pour 1914*, par le Dr C. TODD, in Annual Report for 1914, Department of Public Health, 1916, p. 44.
- Rapport pour 1915*, par P. DE VREGILLE, in Annual Report for 1915, Department of Public Health, 1917, p. 53.
- Rapport pour 1916*, par P. DE VREGILLE, in Annual Report for 1916, Department of Public Health, sous presse.
- La Rage. Généralités. La Rage en Egypte*, par P. DE VREGILLE, in Bulletin de l'Institut Egyptien, Série V, t. IX, 1915, p. 35.
- Notions sur la Rage et le Traitement Antirabique ; Conduite à tenir en cas de Morsure*, Department of Public Health. (Feuilles à l'usage du public, en français, anglais et arabe.)
-

# **TABLEAU XVIII.** **PERIODE D'INCUBATION CHEZ LES MALADES MORTS DE RAGE.**

*(Les parties ombrées représentent les malades morts plus de 15 jours après la fin du traitement.)*







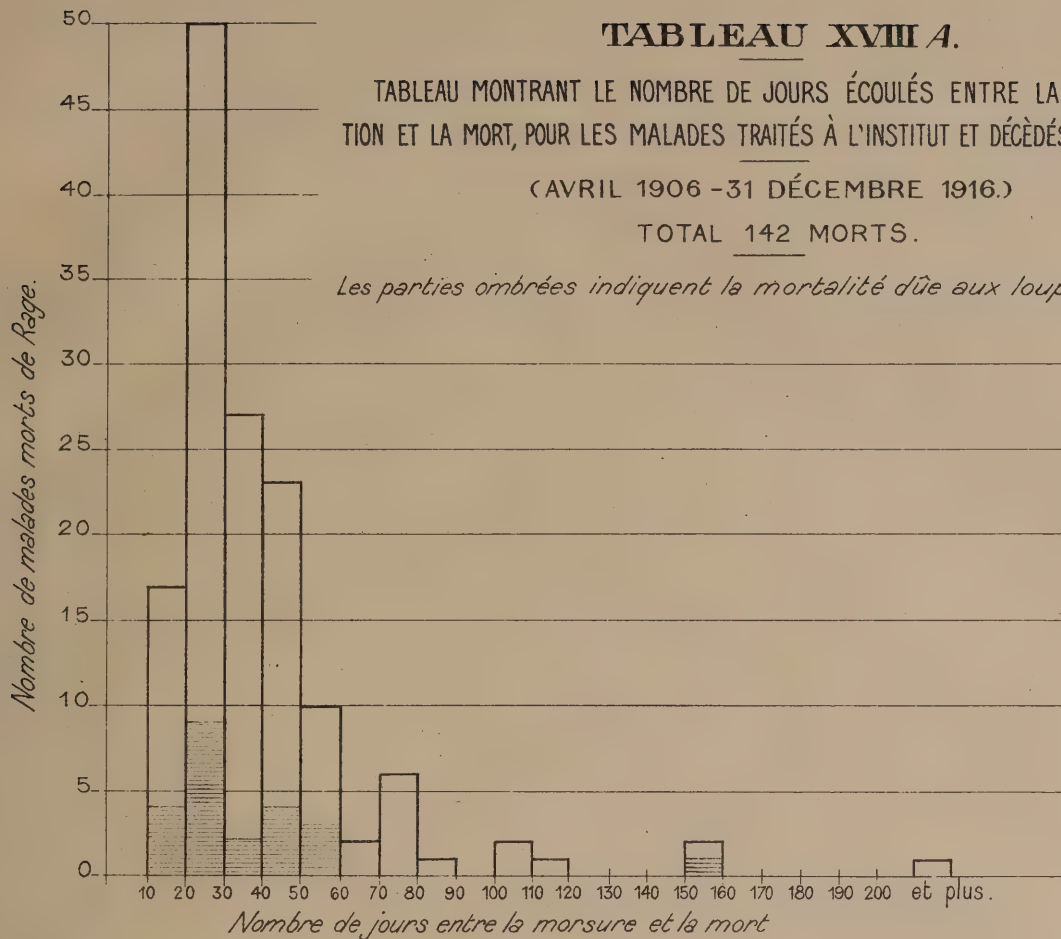
### **TABLEAU XVIII A.**

TABLEAU MONTRANT LE NOMBRE DE JOURS ÉCOULÉS ENTRE LA CONTAMINATION ET LA MORT, POUR LES MALADES TRAITÉS À L'INSTITUT ET DÉCÉDÉS DE RAGE.

(AVRIL 1906 - 31 DÉCEMBRE 1916.)

TOTAL 142 MORTS.

*Les parties ombrées indiquent la mortalité due aux loups.*



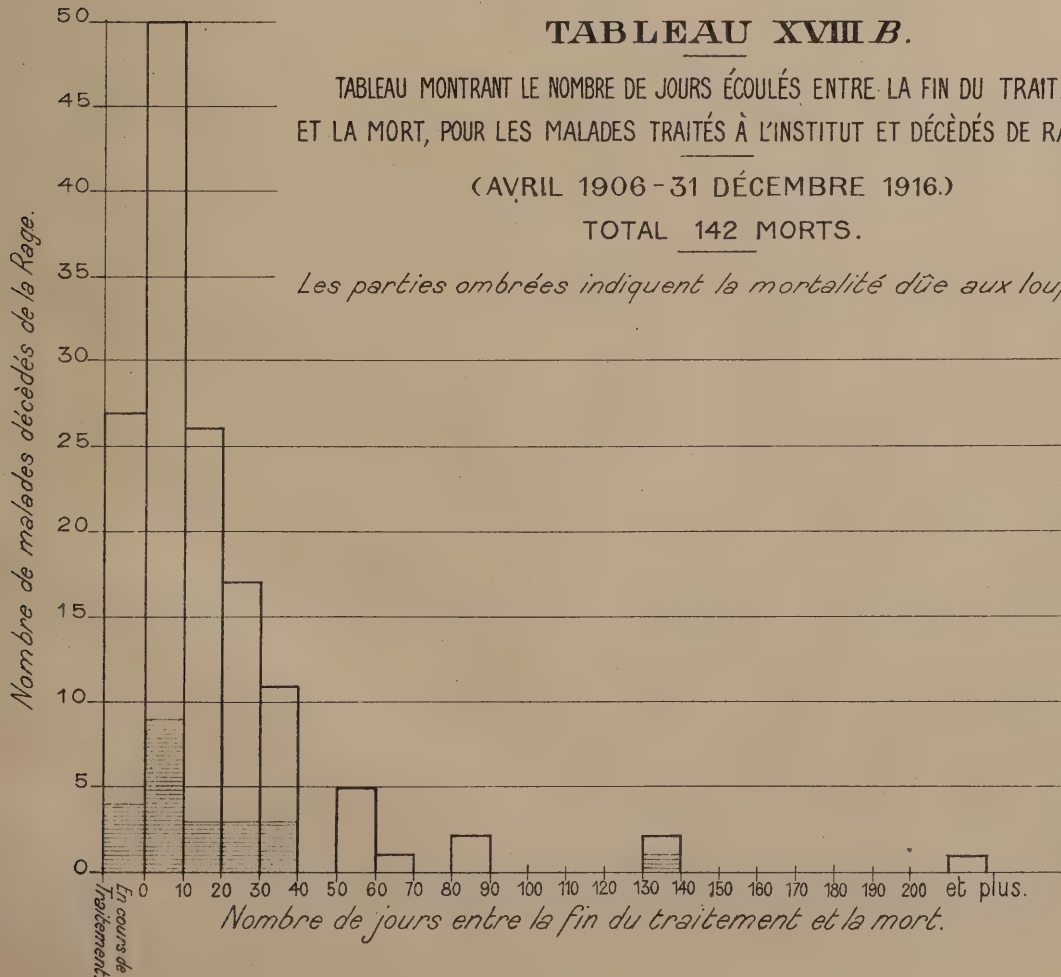
### **TABLEAU XVIII B.**

TABLEAU MONTRANT LE NOMBRE DE JOURS ÉCOULÉS ENTRE LA FIN DU TRAITEMENT ET LA MORT, POUR LES MALADES TRAITÉS À L'INSTITUT ET DÉCÉDÉS DE RAGE.

(AVRIL 1906 - 31 DÉCEMBRE 1916.)

TOTAL 142 MORTS.

*Les parties ombrées indiquent la mortalité due aux loups.*

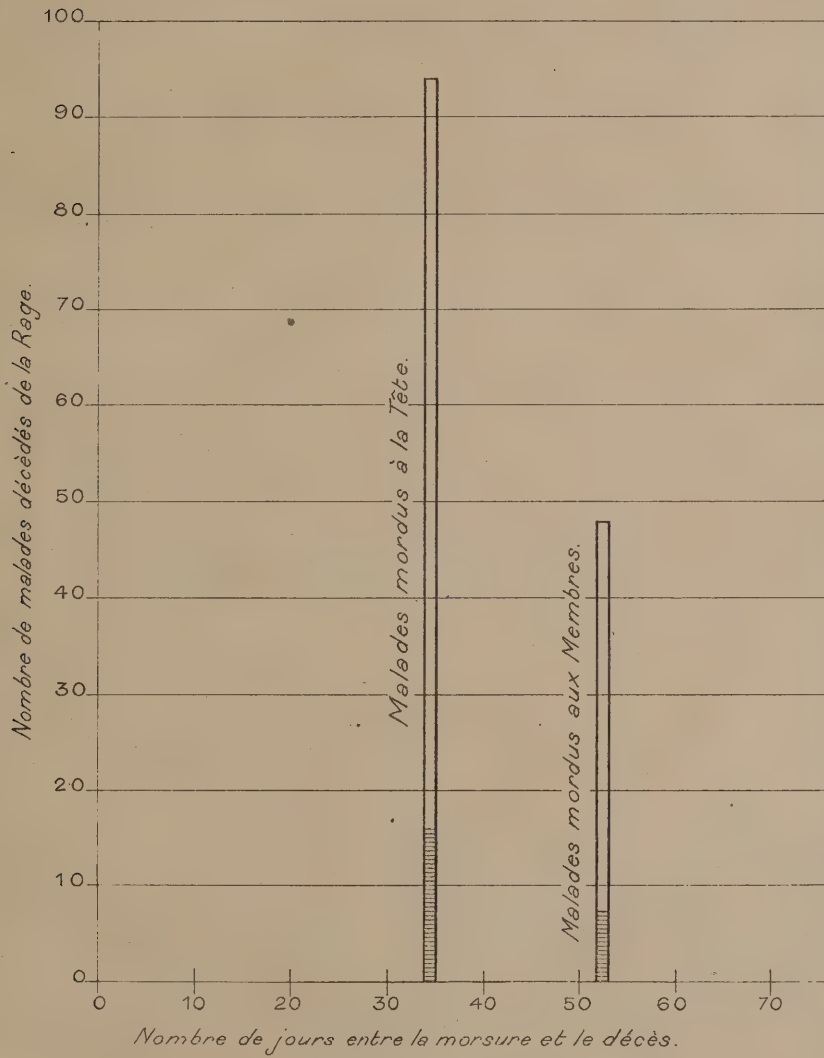




## TABLEAU XVIII C.

TABLEAU MONTRANT LE NOMBRE DES JOURS ÉCOULÉS ENTRE LA CONTAMINATION ET  
LA MORT POUR LES MORDUS À LA TÊTE ET LES MORDUS AUX MEMBRES. (MOYENNES.)

*Les parties ombrées indiquent la mortalité due aux loups.*

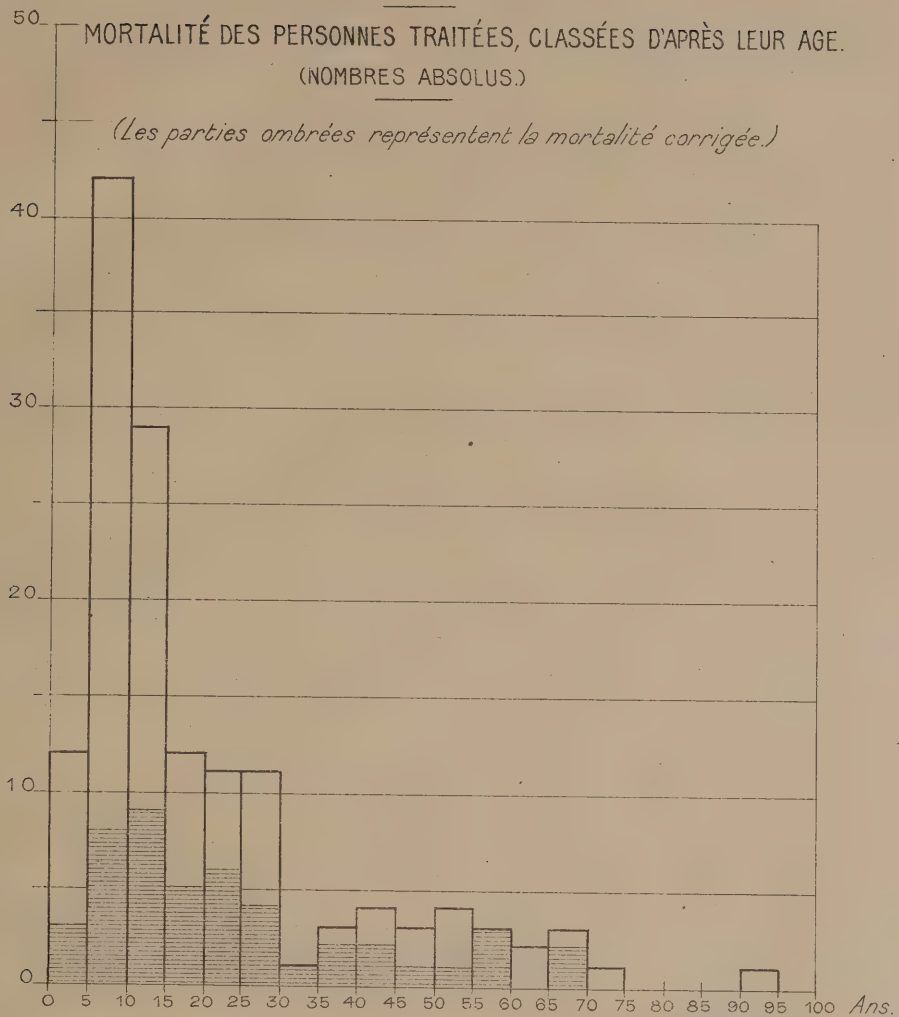






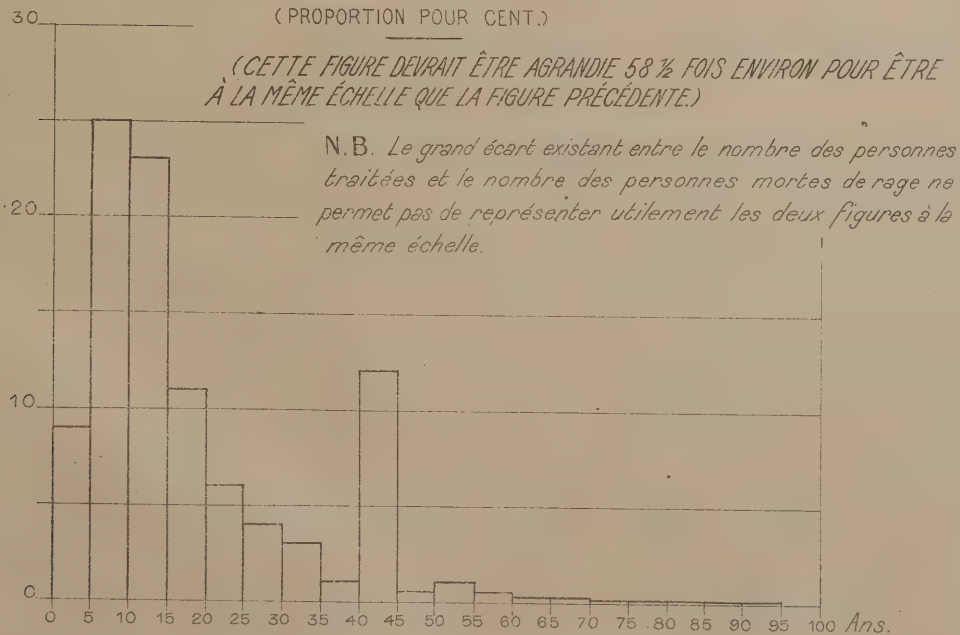
Personnes.

## TABLEAU XIX.



## TABLEAU XX.

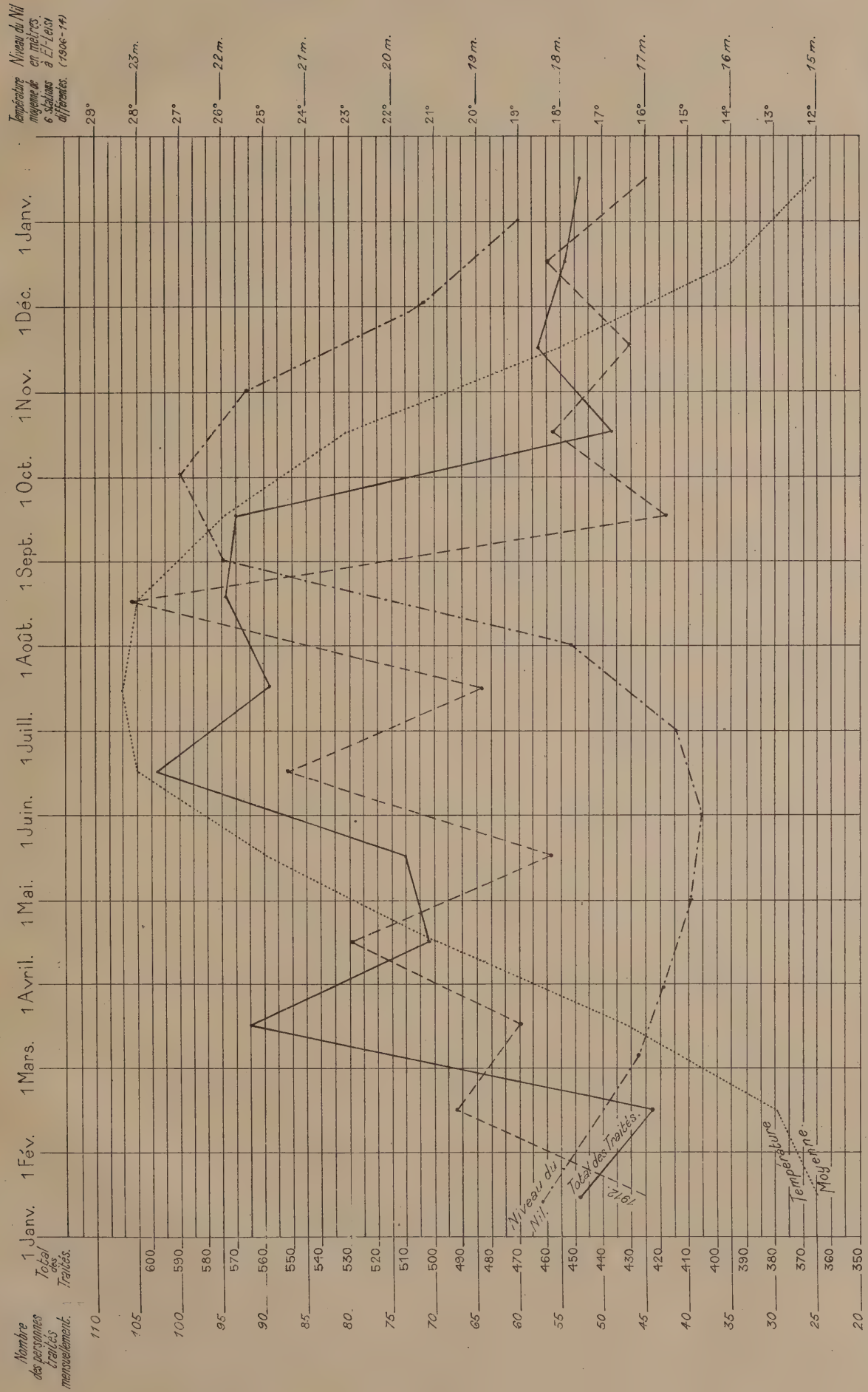
Personnes p. cent. NOMBRE DES PERSONNES TRAITÉES, CLASSÉES PAR ÂGE.  
(PROPORTION POUR CENT.)





# TABEAU XXI.

## COURBE DU MOUVEMENT MENSUEL DES TRAITEMENTS.



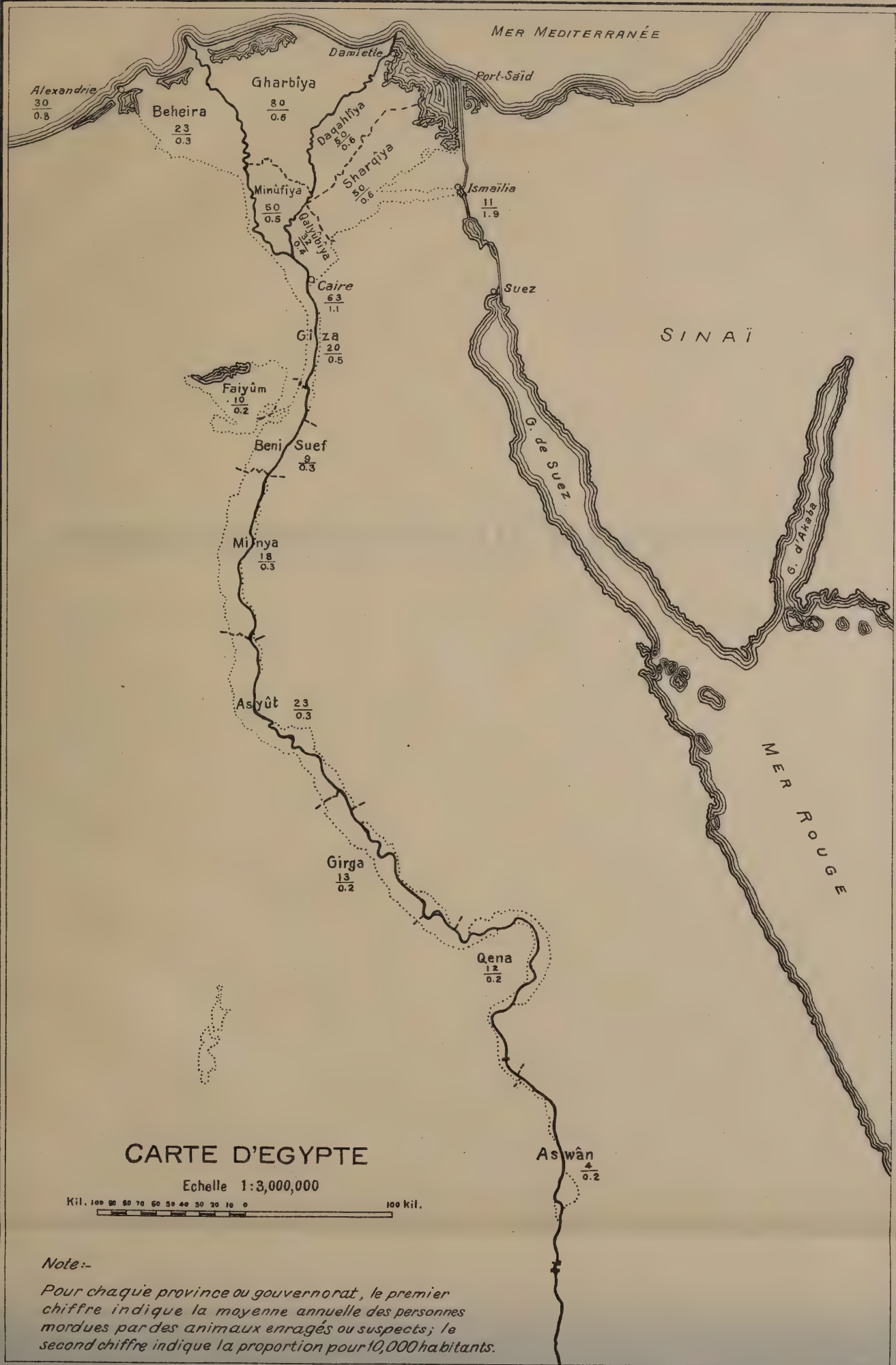
N.B. Dans la courbe du nombre total des traités on a remplacé les valeurs des mois manquants de 1906 par la moyenne des valeurs des mois correspondants des dix autres années.





# REPARTITION DE LA RAGE EN EGYPTE.

Tableau XXII.



Mer Méditerranée



CHATELAIN

1890

1890

**CONSEILS PRATIQUES POUR LES ANALYSES D'EAU.**





## TABLE DES MATIÈRES.

---

### I.—CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES :—

1. Précision des mesures	87
2. Etuves	90
3. Liqueurs titrées	90

### II.—MÉTHODES D'ANALYSE D'EAU :—

1. Dosage de l'ammoniaque libre et albuminoïde	94
2. Dosage des matières organiques	96
3. Dosage des nitrates	97
4. Dosage des nitrites	98
5. Dosage de l'oxygène en dissolution	99
6. Dosage de l'acide carbonique libre	100
7. Mesure de l'alcalinité	101
8. Evaluation du résidu par litre	101
9. Dosage du manganèse	101
10. Dosage du fer	102
11. Détermination de la quantité de matières en suspension	103
12. Dosage de la silice, de la chaux et de la magnésie	104
13. Dosage de l'acide sulfurique et des alcalis	105
14. Dosage du chlore	106

### III.—CONCLUSIONS À TIRER D'UNE ANALYSE CHIMIQUE D'EAU :—

1. Eau destinée à l'alimentation	107
2. Eau destinée aux chaudières	110
3. Eau destinée aux usages industriels	111

---



# CONSEILS PRATIQUES POUR LES ANALYSES D'EAU.

## NOTE POSTHUME

DE

M. ALFRED PAPPEL,

*Ancien Chimiste en Chef de l'Administration de l'Hygiène Publique. (1)*

### I.—CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Avant de décrire les méthodes d'analyses particulières, je crois utile de donner quelques renseignements d'utilité générale à toutes les analyses.

#### 1.—PRÉCISION DES MESURES.

Il faut toujours penser à la précision que comporte la méthode qu'on applique et à la précision nécessaire à l'analyse afin qu'on ne perde pas de temps à rechercher une apparente précision, purement illusoire, et qui n'est pas d'accord avec la précision que peut donner la méthode employée ou n'est pas nécessaire à la détermination que l'on fait. Par exemple, un chimiste perdra son temps à compter minutieusement les oscillations de sa balance pour faire sa pesée au  $\frac{1}{10}$  de milligramme, quand les poids qu'il emploie n'ont pas cette exactitude.

Ainsi un creuset vide pèse	...	...	...	...	...	19.8478
Avec la substance à peser	...	...	...	...	...	20.1357

de sorte que pour le creuset vide on avait les poids  $10+5+2+1+1$  et pour le creuset avec la substance le poids unique de 20 grammes. Si l'on vérifie les poids on constate entre le poids unique de 20 grammes et les poids partiels du total de 20 grammes, qu'il y a une différence de  $\frac{4}{10}$  de milligramme. Avoir fait la pesée de la substance au  $\frac{1}{10}$  de milligramme est d'une précision illusoire, inutile, puisque par les poids on a une erreur quatre fois plus forte. Si les poids dont on doit se servir ne sont pas parfaitement exacts, on diminue l'erreur en procédant ainsi :—

On met sur un plateau de la balance un nombre entier de grammes supérieur au poids que l'on aura à peser (on peut connaître toujours à 1 gramme près le poids de l'objet qu'on doit peser), soit dans notre cas 21 grammes. Sur le plateau où se trouve le creuset vide il faudra mettre des poids égaux à 1.1522 gramme pour avoir l'équilibre, et quand le creuset contiendra la substance à peser, les poids se trouvant à côté seront égaux à 0.8643 gramme ; le poids de la substance sera donc :—

$$1.1522 - 0.8643 = 0.2879$$

Avec cette méthode le nombre de poids à employer est réduit au minimum, souvent on n'a besoin que des divisions du gramme ; on a donc réduit les causes d'erreur, du fait des poids, au minimum.

---

(1) The paper on the chemical examination of water by the late M. Pappel (Chief Chemist of the Laboratories) is a description of such methods of analysis as in his experience has been found most suitable for use in the case of Egyptian waters. Although this was written mainly for the use of the junior chemists of the Department and with a view of the standardizing of methods, it will probably be found useful by others interested in the subject, as the writer had a very wide experience of the chemical problems connected with water supplies in Egypt. The death of M. Pappel has been a very serious loss to the Department, and is more especially felt by the members of the scientific staff, by whom he was regarded not only as a most able colleague but as a personal friend.—DIRECTOR, Public Health Laboratories.



Dans la majorité des cas une balance pouvant peser 100 grammes et dont l'aiguille s'écarte alors de deux divisions pour une différence de 1 milligramme, sera d'une sensibilité très suffisante.

Il faut apporter son attention à ce que la sensibilité soit constante sous les différentes charges de 1 à 100 grammes, et que la balance soit d'une bonne construction, afin que la sensibilité ne diminue pas sensiblement après quelque temps d'usage.

Il est donc plus important d'avoir une boîte de poids ayant dans tous les cas une exactitude de  $\frac{1}{10}$  de milligramme, que d'avoir une balance sensible au  $\frac{1}{10}$  de milligramme.

Les poids exacts sont assez chers: on trouve des boîtes de poids de 100 grammes à partir d'une trentaine de francs; si on les désire bien précis, le prix peut atteindre facilement 150 francs. Mais c'est une dépense nécessaire, puisque de bons poids exacts sont indispensables pour l'exactitude des résultats analytiques.

De même pour les verres gradués, il est nécessaire d'avoir un certain nombre de matras, pipettes et burettes que l'on a vérifiés de façon à être certain de leur exactitude.

Pour les pipettes de burettes, il est essentiel, pour que l'écoulement des liquides se fasse d'une manière normale, qu'elles soient d'une propreté rigoureuse; il faut surtout faire attention à l'absence de toute trace de matière grasse, qui fausse considérablement l'écoulement.

Pour leur nettoyage, le mieux est d'y laisser séjourner pendant quelques heures de l'acide sulfurique chaud (50°) contenant environ 5 pour cent de bichromate.

Les vases sont jaugés pour la température de 15°. On les vérifie en pesant l'eau contenue pour les matras, en pesant l'eau qui s'écoule pour les pipettes et burettes. On fait les pesées dans l'air et avec des poids en laiton, à la température du laboratoire et avec de l'eau distillée bien pure.

Si l'on a un vase de 100 c.c. le poids de l'eau qu'il doit contenir sera :—

Si l'on opère à 10°... ..	99.85
„ „ 15°... ..	99.81
„ „ 20°... ..	99.73
„ „ 25°... ..	99.63
„ „ 30°... ..	99.50

Pour ces vérifications et beaucoup d'autres pesées, il est nécessaire d'avoir une balance pouvant porter 1½ kilogramme et sensible au centigramme sous cette charge; le prix d'une telle balance ne dépasse pas 300 francs.

De même pour les titrages à l'aide des burettes, si on emploie une liqueur titrée préparée à 15° et qu'ensuite la température soit notablement différente, il y a une correction à faire, mais cette correction n'est réellement appréciable que pour un volume assez grand et si la différence de température est notable.

Pour une liqueur titrée N/10 les corrections soustractives sont :—

Si l'on use à	15°	20°	25°	30°
c.c.		c.c.	c.c.	c.c.
10	0	1/100	2/100	3/100
20	0	2/100	4/100	6/100
30	0	2/100	6/100	9/100
40	0	3/100	7/100	12/100
60	0	4/100	9/100	15/100

Si dans le titrage avec la burette on a usé 50 c.c. alors que la température était 30°, il faudra diminuer la lecture de 0.15 c.c. Pour les volumes ne dépassant pas 20 c.c. on voit que l'erreur, même à la température de 30°, est seulement de 0.06 c.c. et rentre donc généralement dans les limites des erreurs d'expérience; mais on a la même erreur en prenant avec une pipette une certaine quantité de liqueur titrée, et comme dans ces cas on prend souvent des volumes de 50 et 100 c.c. on voit que la correction de température peut être appréciable.

Ainsi, si l'on a une liqueur de NaCl N/10 faite à 15° et qu'on travaille à 30°, les 100 c.c. de liqueur ne précipitent pas 1·079 d'argent mais seulement 1·076 ; on voit donc que la différence est appréciable. S'il s'agissait, par exemple, de l'analyse d'une pièce de monnaie, il faudrait en tenir compte, car le titre de l'argent doit être déterminé avec une précision supérieure à 3 millièmes.

Il est bon de connaître la grandeur de l'erreur qu'on fait sur une lecture ou une mesure afin, dans un cas donné, de savoir si l'on doit en tenir compte.

Si l'on a une liqueur titrée plus concentrée les corrections seront plus fortes.

Pour l'acide chlorhydrique les différences seront très faibles entre N et N/10, mais pour les solutions normales d'acide sulfurique, de carbonate de soude, de soude caustique, les corrections seront pour 100 c.c.

0 cc.	·00	à 15°
0 „	·13	à 20°
0 „	·28	à 25°
0 „	·45	à 30°

Il est certain que les pipettes, étant jaugées pour l'écoulement de l'eau, ne seront plus du tout exactes pour des liquides beaucoup plus denses ou ayant une grande viscosité. On comprend facilement qu'une pipette de 50 c.c. ne laissera pas écouler 50 c.c. d'acide sulfurique concentré ou 50 cc. d'huile.

Dans les pesées faites après calcination, on pèse généralement le creuset vide, puis ensuite le creuset avec la substance, l'augmentation de poids indiquant le poids de la substance pesée. Mais dans certains cas, par exemple, dosage de la chaux à l'état de CaO par calcination au chalumeau de l'oxalate, il est plus exact de peser le creuset avec la chaux calcinée, puis d'y ajouter de l'eau et quelques gouttes d'acide acétique pour dissoudre la chaux, de laver, sécher, calciner légèrement et peser, puis de retrancher ce poids du poids du creuset avec la chaux. En effet, un creuset, par calcination forte et prolongée, peut montrer des différences d'un demi-milligramme et plus. D'autre part, dans les analyses d'eaux contenant de petites quantités de manganèse, la chaux qu'on pèse peut contenir un peu d'oxyde de manganèse, qui reste insoluble quand on dissout la chaux dans l'acide acétique ; cet oxyde peut être reçu facilement sur un filtre, lavé et remis dans le creuset ; on calcine et l'on pèse le creuset vide contenant ce peu d'oxyde de manganèse, et c'est ce poids que l'on retranche du poids du creuset contenant de la chaux.

Ce dosage de la chaux est donc plus exact. Evidemment il ne s'agit que de quelques milligrammes tout au plus, mais c'est une précision réelle, obtenue sans grande peine et sans perte de temps, et il est bon d'en tenir compte, surtout si l'on pèse au  $\frac{1}{10}$  de milligramme.

Un chimiste doit toujours se rendre compte de la précision avec laquelle il exécute les analyses, et doit donc souvent faire les dosages en double ; il arrive ainsi à se rendre compte de la précision des différentes méthodes analytiques et de son habileté.

Je recommande, à ce propos, de prendre une solution de perchlorure de fer, donnant environ 100 milligrammes d'oxyde de fer pour 100 c.c., de mesurer avec la même pipette trois portions de chacune 100 c.c., de doser dans chacune le fer en précipitant l'oxyde de fer par l'ammoniaque, et de comparer les résultats obtenus ; puis de prendre une solution de sulfate de soude, donnant pour 100 c.c. environ 200 milligrammes de sulfate de baryte, d'y doser l'acide sulfurique par précipitation avec le chlorure de baryum, et de comparer les résultats obtenus dans quatre dosages consécutifs. On constatera que les dosages de fer sont plus concordants que les dosages d'acide sulfurique, et on jugera ainsi de l'exactitude que peut donner une analyse.

Pour les substances hygrométriques que l'on doit peser dans des vases en verre léger à couvercle rodé, il faut faire attention au fait que la surface du verre attire une certaine quantité d'humidité. Il ne faut donc pas peser de suite un vase de verre séché et sortant du dessiccateur, mais il faut que le vase reste au moins quinze minutes à l'air libre, près de la balance, avant d'en prendre le poids.



Pour les boîtes en verre assez grandes servant à peser les capsules en platine, vases qui ont 80 millimètres de diamètre et pèsent 50 à 70 grammes, on peut, si l'on pèse trop vite, avoir des erreurs de plus de 5 milligrammes.

Il faut donc que le vase en verre ait séjourné au moins quinze minutes à l'air libre ; on en prend alors le poids et on y introduit ensuite rapidement l'objet à peser que l'on retire à ce moment seulement du dessiccateur.

Pour les dessiccateurs, je trouve très pratique de les garnir d'anhydride phosphorique, que l'on trouve dans le commerce à un prix peu élevé (6 à 7 francs le kilo), et une trentaine de grammes dans un dessiccateur suffisent pour plusieurs semaines ; la dépense est donc minime.

Enfin, pour terminer, je pense devoir faire remarquer que l'on ne doit pas abuser des décimales en exprimant les résultats obtenus.

Supposons qu'on dose le sel dans une eau par titrage du chlore. On opère sur 200 c.c.

*Premier titrage* 8.1 c.c. solution nitrate d'argent N/10 d'où sel =  $5.846 \times 8.1 \times 5 = 236,763$

*Second titrage* 8.15 c.c. solution nitrate d'argent N/10 d'où sel =  $5.846 \times 8.15 \times 5 = 238,225$

La fin du titrage ne peut pas se voir à moins de  $\frac{1}{20}$  de c.c. La quantité de sel est donc déterminée à 1.5 milligramme près. Le chimiste qui indiquera le résultat de l'analyse au centième de milligramme montrera que son éducation mathématique laisse à désirer.

## 2.—ÉTUVES.

Pour dessécher les substances à une température déterminée il est nécessaire d'avoir des étuves à double paroi, de façon à ce que la température intérieure de l'étuve provienne du liquide (huile) qui remplit l'espace formé par la double paroi. Les étuves à air chaud présentent, quand il s'agit de températures au-dessus de 100°, trop de variations suivant que les corps à sécher sont placés plus ou moins loin du fond, le bas de l'étuve pouvant avoir 10 degrés de plus que la partie supérieure. De même, pour maintenir la température constante, il ne faut pas prendre de régulateur contenant du mercure, s'il s'agit d'une température à maintenir plusieurs jours constante et à plus de 100°, car à ces températures le mercure est volatil d'une façon très appréciable et après quelques jours on remarque dans le haut du régulateur des gouttes de mercure condensé et le régulateur ne fonctionne plus juste. Il faut prendre des régulateurs de température métallique à âme de quartz, qui fonctionnent des mois sans changement et règlent la température à 2 degrés près : plus de précision n'est pas nécessaire. De même, pour les thermomètres, s'ils sont fermés sous pression réduite, comme presque tous les thermomètres ordinaires, il se volatilise du mercure dans le haut de la tige s'ils sont plusieurs jours à 100°. Il faut avoir des thermomètres remplis avec de l'azote sous une pression de plusieurs atmosphères et qui peuvent être maintenus des semaines à 110°-120° sans montrer aucune trace de mercure volatilisé dans la tige.

## 3.—LIQUEURS TITRÉES.

Beaucoup d'analyses comportant l'emploi de liqueurs titrées, je pense utile de donner quelques renseignements pratiques sur leur usage et leur préparation.

On peut préparer pour ainsi dire toutes les liqueurs titrées en partant d'une première liqueur, qu'il est donc indispensable de préparer avec beaucoup de soin.

Les liqueurs normales N sont généralement un peu trop concentrées et il est préférable d'avoir des liqueurs demi-normales N/2. Comme point de départ, il est avantageux de prendre l'acide chlorhydrique N/2, et comme il est d'un usage fréquent on peut en préparer quelques litres ; c'est donc cette préparation que je vais décrire.

On doit avoir un matras jaugé de 1 litre, une burette et une pipette de 50 c.c., ces trois instruments bien exacts et concordants entre eux, c'est-à-dire que, à n'importe quelle température

ambiante, le poids d'eau qui s'écoule de la pipette de 50 c.c. doit être la vingtième partie du poids de l'eau contenue dans le matras d'un litre, et le poids de 20 c.c. d'eau s'écoulant de la burette doit être le un-cinquantième du poids de l'eau contenue dans le matras (à la même quelconque température bien entendu).

L'acide chlorhydrique pur du commerce (densité 1.38) est environ dix fois normal ; 50 c.c. de cet acide dilués à un litre avec de l'eau seront approximativement N/2.

Si on veut préparer cinq litres, on mesure avec une éprouvette  $5 \times 50 = 250$  c.c. d'acide chlorhydrique, on y ajoute 4,750 c.c. d'eau distillée, le tout est mis dans un flacon de cinq litres et on mélange bien par agitation.

On prend un cristal de carbonate de chaux (spath d'Islande) pesant environ 15 grammes, on le lave, le sèche à  $110^\circ$  et le pèse exactement, soit 14.8374.

On met le cristal dans un verre de Bohême de 300 c.c., dont la surface intérieure a été préalablement mouillée avec de l'eau distillée, puis avec la pipette de 50 c.c. on laisse couler exactement 50 c.c. de l'acide chlorhydrique dilué dans le verre de Bohême et on couvre de suite d'un verre de montre dont la surface inférieure est mouillée d'eau. On recouvre d'une cloche et on laisse reposer trois à quatre heures. Si on commence l'opération l'après-midi, on peut sans inconvénient laisser reposer jusqu'au lendemain matin. Après ce temps de repos, avec un jet de pissette on lave le verre de montre et les parois du verre de Bohême qui, couvert du verre de montre, est mis au bain-marie, d'abord non bouillant de façon à ne l'échauffer que lentement. On laisse au bain-marie en faisant attention qu'il ne s'évapore pas sensiblement de liquide (au besoin ajouter un peu d'eau distillée) et après une ou deux heures on examine avec du papier de tournesol sensible. On doit chauffer jusqu'à ce que le liquide ne montre plus trace d'acidité, ce qui est atteint après deux à trois heures. On retire alors le cristal de carbonate de chaux, on le lave bien à l'eau distillée, on le sèche à  $110^\circ$  et on prend le poids, soit 13.5227.

Le cristal pesait	...	...	14.8374
Il pèse	...	...	13.5227
Il s'est dissous	..		1.3147

Si l'acide avait été exactement N/2, le cristal aurait dû perdre 1.25.

On calcule donc :  $1.3147 = 50 \text{ c.c.}$

$$\frac{1.2500 = 50 \times 12.500}{1.3147} = 47.54$$

Il faut donc prendre 47.54 c.c. de l'acide HCl et les amener à 50 c.c. pour avoir l'acide N/2, ce qui, pour un litre, fait :—

$$\begin{array}{r} 50.00 \\ 47.54 \\ \hline 2.46 \times 20 = 49.2 \end{array}$$

On prend le matras jaugé d'un litre, on le rince avec l'acide HCl dilué et on y introduit avec la burette 49.2 c.c. d'eau distillée, puis on remplit exactement au trait de jauge avec l'acide chlorhydrique dilué et on mélange bien.

On verse ce litre d'HCl N/2 dans un flacon d'une capacité de cinq litres et on répète cinq fois cette préparation du litre d'HCl N/2. Si on possède des matras jaugés *exacts* de trois ou quatre litres, on pourrait préparer d'un seul coup plus d'acide N/2, mais au laboratoire on n'a généralement pas de balance permettant de contrôler l'exactitude d'un matras jaugé de trois ou quatre litres.

Quand on a ainsi fait et réuni les cinq litres d'HCl N/2 on refait un essai avec le cristal de carbonate de chaux et 50 c.c. de l'acide N/2 pour vérifier que le titre est bien exact, sinon, ce second essai indiquerait par un même calcul la petite quantité d'eau qu'il faudrait de nouveau ajouter pour avoir l'acide exactement N/2.



Il faut travailler de façon à ce que l'acide soit toujours plutôt trop fort, car il est facile d'ajouter de l'eau. Si l'acide était trop faible et qu'il soit nécessaire d'ajouter de l'acide HCl plus concentré, cela rendrait le travail plus long.

On conserve l'acide par flacons d'un litre et on note la date et la température. Il ne faut pas faire les volumes à la température de 15°, mais à la température ambiante et en prendre note. En effet, supposons que je fasse cette préparation au début de l'été à une température de 29°. Je sais que pour plusieurs mois, au laboratoire, la température sera de 28° à 31°, et à cette température les volumes mesurés correspondront au poids que j'ai pesé de carbonate de chaux; je puis donc employer cet acide N/2 sans faire de correction de volume pour la température, l'acide est exact pour la température du laboratoire. Mais si je conserve longtemps cet acide N/2 et que j'arrive aux mois d'hiver avec une température de 20° ou 15°, alors il me faut de nouveau déterminer le titre de l'acide qui était N/2 exact à 29°, mais s'étant contracté du fait que la température est seulement 16°, je suppose, il sera devenu trop fort; il faudra donc en faire l'analyse de nouveau et, de préférence, l'amener à être exact maintenant pour la température d'hiver.

Le flacon contenant l'acide doit avoir une étiquette sur laquelle on note ces essais. Il faut toujours pour une liqueur titrée indiquer à quelle température elle a été faite, car pour les liqueurs N/2 une correction peut être nécessaire; pour les liqueurs N/10 la correction est généralement si faible qu'elle se confond dans les limites d'exactitude des méthodes d'analyse (voir tableau, p. 88).

Ayant ainsi la liqueur d'HCl N/2, on en introduit avec la pipette de 50 c.c. un volume de 200 c.c. dans le matras d'un litre, on amène au trait de jauge avec de l'eau distillée, on mélange bien et on a ainsi de l'acide HCl N/10.

Pour le cas où l'on n'aurait pas de cristal de carbonate de chaux, on déterminerait le titre avec du carbonate de soude. On prend le sel commercial pur et on en prépare une solution concentrée à froid, et dans cette solution, presque saturée, on fait passer un courant de CO<sub>2</sub>. Il se précipite ainsi de petits cristaux de bicarbonate de soude pur, on les reçoit sur le filtre, on les égoutte bien par aspiration avec la trompe à eau et on les lave deux ou trois fois avec de l'eau distillée glacée. On a ainsi du bicarbonate de soude bien pur que l'on sèche d'abord entre des feuilles de papier-filtre, puis dans une étuve vers 60°, et on le conserve dans un flacon bien bouché, car il ne servira que pour les liqueurs titrées.

Pour l'emploi on en prend environ 5 grammes dans un creuset de platine; on sèche d'abord à 100°, puis au moufle, en ayant soin de poser le creuset sur un triangle mis sur une capsule de porcelaine, de façon à ce que le fond ne soit pas trop chauffé. Le moufle doit être légèrement chauffé (environ 300°—un morceau d'étain doit fondre rapidement, mais un morceau de plomb ne doit pas fondre). On obtient ainsi du carbonate de soude bien pur. On en introduit environ 1.5 gramme dans un vase en verre léger bouché à l'émeri et on prend exactement le poids du tout; puis on vide presque tout ce carbonate dans un verre de Bohême de 300 c.c., on pèse de nouveau et la différence de poids indique la quantité de carbonate de soude se trouvant dans le verre. On y verse environ 20 c.c. d'eau distillée pour dissoudre, une goutte de méthyl-orange, puis, avec la pipette, 50 c.c. de l'HCl dilué et ensuite, avec la burette, du même HCl dilué jusqu'au virage; on peut voir le virage facilement à 1/40 de c.c., vu le faible volume de liquide que l'on titre.

Supposons que l'on ait opéré sur 1.5857 de carbonate de soude et que le titrage égale 53.15 cc.

$$1.5857 \text{ carbonate de soude} = 53.15 \text{ c.c. HCl}$$

$$N/2 = 55/2 = 26.5 \frac{53.15 \times 26.5}{1.5857} = 888.24$$

c'est-à-dire 888.24 c.c. d'acide chlorhydrique contiennent donc la quantité d'HCl nécessaire pour un litre de la solution HCl N/2.

Dans le matras jaugé d'un litre j'introduis exactement: 1000—888.24=111.76 c.c. d'eau distillée, puis de l'acide chlorhydrique dilué jusqu'au trait de jauge et la liqueur d'HCl doit être

exactement N/2, ce que je vérifie en faisant un second essai (titrage) sur une nouvelle quantité exactement pesée de carbonate de soude.

Ayant donc maintenant obtenu de l'acide HCl N/2 et N/10, on prépare une solution de baryte N/10.

On dissout de l'hydrate de baryte dans de l'eau distillée, on filtre et on titre 10 c.c. de la solution avec l'acide HCl N/10, ce qui indique de combien il faut diluer la solution de baryte pour l'avoir à peu près N/10, et on prépare ainsi quelques litres de solution de baryte en ayant soin que cette solution soit un peu plus forte que N/10 (par exemple, que 10 c.c. de baryte égalent 10.2 c.c. d'HCl N/10).

Cette solution devant être conservée à l'abri de l'acide carbonique de l'atmosphère, on l'introduit bien limpide dans un flacon de trois à cinq litres de capacité et à deux tubulures, l'une pour le tube qui mettra la solution en communication avec une burette ; l'autre avec un tube comportant un élargissement pour contenir de la chaux sodée et qui servira à insuffler de l'air pour amener le liquide dans la burette. Le tout doit être disposé de façon à ce que l'air venant en contact avec la solution de baryte soit d'abord privé de l'acide carbonique qu'il contient. Chacun peut choisir le dispositif qui lui convient le mieux, je conseille seulement d'éviter les robinets de verre sur les tubes par lesquels passe la liqueur titrée.

Avec une pipette bien exacte, on prend 25 c.c. d'HCl N/10 et on les titre en présence de phtaléine avec la solution de baryte, et si l'on trouve que la baryte est très sensiblement plus forte que N/10, on introduit la quantité d'eau distillée exempte de  $\text{CO}_2$  dans le flacon de façon à ce que la solution de baryte devienne presque exactement N/10. On ne doit pas chercher à préparer une baryte exactement N/10, car sa force diminue toujours un peu, tant par son action sur le verre, que par l'acide carbonique qui, malgré toutes les précautions, pénètre toujours peu à peu dans le flacon et y produit un précipité de carbonate de baryte. Si pour 25 c.c. d'HCl N/10, il faut employer de 24.9 à 25.1 c.c. de la solution de baryte, cela sera un résultat très satisfaisant.

On inscrit sur le flacon le titre de la solution de baryte et il est nécessaire de vérifier et de déterminer de nouveau le titre toutes les trois ou quatre semaines. Dans le titrage avec cette baryte, on tient naturellement compte du titre qu'elle a pour le calcul des résultats des analyses. On doit également préparer des solutions de soude caustique N/2 et N/10.

Pour cela on prépare avec de la soude purifiée à l'alcool, une solution très concentrée de soude caustique (environ à 50 pour cent). On la filtre avec la trompe sur de l'amiante. La solution limpide que l'on obtient ainsi est sensiblement pure, les impuretés (carbonates, etc.) étant insolubles dans la soude concentrée. On pèse exactement de 1 à 2 grammes de cette solution limpide de soude, on y ajoute environ 25 c.c. d'eau, et en présence de phtaléine on titre avec HCl N/2. On trouve ainsi combien il faut peser de solution pour avoir la quantité qui, mise dans un litre, donnera une liqueur N/2.

On en prépare ainsi quelques litres, on les amène à être presque exactement N/2 et on les met également dans un flacon (appareil) semblable à celui employé pour la baryte N/10.

Par addition d'eau à la soude N/2 on prépare la liqueur de soude N/10 que l'on met également dans un appareil qui la préserve du contact de l'acide carbonique.

Pour constater que la liqueur titrée de soude caustique est sensiblement exempte d'acide carbonique, on titre avec elle, en présence de phtaléine, de l'acide HCl N/2, une fois à chaud, puis une seconde fois à froid. Si la soude ne contient pas d'acide carbonique, les titrages à froid et à chaud sont égaux. Si l'on avait absolument besoin de soude caustique totalement exempte d'acide carbonique, il faudrait la préparer en partant du métal sodium, qu'on peut dissoudre dans l'eau, par petites quantités à la fois, en ayant soin d'envelopper chaque fois le morceau de sodium dans une toile métallique en platine. Mais pour la généralité des analyses on peut négliger la présence de traces d'acide carbonique.



Pour les liqueurs titrées de soude caustique, le titre ne reste pas constant ; on doit le déterminer toutes les trois ou quatre semaines et l'inscrire sur le flacon, avec la date et la température.

Ayant préparé les liqueurs titrées acides HCl N/2 et N/10 et les liqueurs alcalines, NaOH N/2 et N/10, on peut par simples titrages préparer toutes les autres solutions titrées acides ou alcalines.

Il est utile d'avoir de l'acide oxalique pur ; on peut en peser une certaine quantité exactement, la dissoudre dans un peu d'eau et déterminer le volume de liqueur de soude nécessaire à la neutralisation. On vérifie ainsi exactement et rapidement les solutions titrées de soude caustique.

## II.—ANALYSES D'EAU.

L'analyse chimique doit toujours se faire sur de l'eau limpide ; si donc l'eau à analyser était trouble, il faudrait d'abord la filtrer. Cette filtration peut se faire avec du papier-filtre, et il faut avoir soin de prendre du papier aussi pur que possible et qui aura été préalablement bien lavé à l'eau distillée. On verse d'abord trois fois de l'eau à filtrer que l'on rejette chaque fois avant de recueillir pour l'analyse l'eau qu'on filtre, et il faut s'arranger pour filtrer aussi rapidement que possible. Il ne faut pas oublier que des changements assez appréciables peuvent se produire dans une eau après son prélèvement et que l'analyse doit toujours être commencée dans le plus bref délai possible. Une méthode plus rapide de filtrer l'eau est d'employer une bougie Berkefeld préalablement bien lavée avec de l'eau distillée et par aspiration avec la trompe à eau ; on filtre alors mieux qu'avec du papier-filtre. Il faut également ne prendre de l'eau pour l'analyse qu'après avoir rejeté un demi ou trois-quarts de litre d'eau ayant en premier lieu traversé la bougie. Quand toute l'eau est filtrée, on lave bien à l'eau distillée et par aspiration la bougie de Berkefeld avant de la mettre de côté.

Il est bon d'avoir au laboratoire, en réserve, quelques bougies Berkefeld bien lavées à l'eau distillée et qui ne servent que pour les analyses d'eau.

Au début de l'analyse il faut penser que l'eau peut contenir des micro-organismes qui transforment les nitrates en ammoniacque, il faut donc rechercher et doser tout d'abord les nitrates, les nitrites et l'ammoniacque.

### 1.—DOSAGE DE L'AMMONIAQUE LIBRE ET DE L'AMMONIAQUE ALBUMINOÏDE.

On doit d'abord préparer quelques litres d'eau bien exempts d'ammoniacque. La manière la plus facile d'y arriver est de distiller par une douce ébullition de l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide phosphorique en ajoutant aussi une demi-douzaine de fragments de pierre ponce pour régulariser l'ébullition.

Si l'eau distillée est bien préparée, en ajoutant 1 c.c. de réactif Nessler à 50 c.c. d'eau, le mélange doit rester parfaitement incolore sans trace jaune.

On prépare le réactif de Nessler en dissolvant 35 grammes d'iodure de potassium dans 100 c.c. d'eau ; on ajoute 13 grammes de bichlorure de mercure et on chauffe en agitant jusqu'à dissolution complète. On laisse refroidir et on ajoute goutte à goutte une solution saturée de bichlorure de mercure jusqu'à formation d'un léger précipité rouge persistant ; il en faut environ 30 c.c. On verse alors dans cette liqueur 160 grammes de potasse caustique préalablement dissous dans 200 grammes d'eau et avec de l'eau distillée on amène au volume d'un demi-litre et on filtre.

Le liquide filtré est amené au volume d'un litre par addition d'eau distillée pure exempte d'ammoniacque. On augmente la sensibilité du réactif en y ajoutant une petite quantité de bi-iodure de mercure. Cela se fait en trois à quatre fois, examinant chaque fois la sensibilité. Si

le réactif est bien préparé, 50 c.c. d'eau contenant  $\frac{1}{100}$  de milligramme d'ammoniaque doivent prendre une coloration jaune nettement perceptible. Après un certain temps de conservation, la sensibilité du réactif augmente ; il est donc bon d'avoir une provision de réactif Nessler et de n'employer que celui préparé depuis quelques mois.

*Liquueur titrée d'Ammoniaque.*—On prend du chlorhydrate d'ammoniaque en poudre bien pur et on sèche à  $110^{\circ}$  ; on en dissout 3.145 grammes dans un litre d'eau ; chaque centimètre cube vaut 1 milligramme d'ammoniaque ; on prend 10 c.c. de cette solution et on les amène à un litre avec de l'eau bien exempte d'ammoniaque ; chaque centimètre cube vaudra alors  $\frac{1}{100}$  de milligramme d'ammoniaque. C'est cette solution qui sert pour les dosages ; elle ne doit jamais être de date trop ancienne. Si on a des pipettes exactes de 1 c.c. divisées en 100, on peut employer une liqueur dix fois plus forte.

On a encore besoin d'une solution alcaline de permanganate. Dans une capsule de porcelaine on met :—

200	grammes	soude caustique.
8	„	permanganate de potasse.
1,100	„	eau distillée.

On pèse le tout et on chauffe et maintient l'ébullition jusqu'à ce qu'il se soit évaporé 100 grammes ; la solution refroidie est mise dans un flacon bien bouché.

L'appareil d'analyse se compose d'un matras d'un litre relié à un bon réfrigérant. L'appareil doit être bouché à l'émeri et relié par un tube en terre au réfrigérant. On doit se rappeler que les quantités de  $\text{NH}_3$  que l'on détermine sont souvent de quelques centièmes de milligramme. Il faut donc être d'une propreté rigoureuse et faire l'analyse avec beaucoup de soin pour éviter d'introduire sous forme d'impuretés la moindre trace de  $\text{NH}_3$ . On introduit dans le matras environ trois-quarts de litre d'eau distillée, 1 décigramme de carbonate de soude et trois fragments de pierre ponce, et on chauffe à l'ébullition. Quand on a distillé environ 200 grammes d'eau on reçoit alors l'eau qui distille dans des éprouvettes spéciales de 50 c.c. et on continue la distillation jusqu'à ce que 50 c.c. d'eau distillée ne donnent plus de coloration avec le réactif de Nessler ; on sait alors que l'appareil est bien exempt de toute trace d'ammoniaque ; on laisse refroidir, on vide le matras en y laissant les trois fragments de pierre ponce, on introduit 500 c.c. de l'eau à analyser et 1 décigramme de carbonate de soude, on chauffe à l'ébullition en recueillant l'eau distillée dans un matras jaugé de 150 c.c.

Quand il a distillé ainsi 150 c.c. on distille encore 50 c.c. qu'on reçoit dans l'éprouvette spéciale de 50 c.c. et on s'assure en ajoutant 1 c.c. de réactif Nessler que ces derniers 50 c.c. qui ont distillé sont exempts d'ammoniaque. On arrête alors la distillation.

Des 150 c.c. recueillis dans le matras jaugé, on met 50 c.c. dans l'éprouvette spéciale et on y ajoute 2 c.c. de réactif Nessler ; puis on cherche, en mettant dans une seconde éprouvette spéciale de 50 cc. de la solution titrée à  $\frac{1}{100}$  milligramme par centimètre cube et qu'on amène à 50 c.c. avec de l'eau distillée et ajoutant 2 c.c. du réactif Nessler ; on cherche, dis-je, à obtenir la même coloration. Si pour obtenir cette même coloration il avait fallu prendre plus de  $\frac{8}{100}$  de milligramme d'ammoniaque, la coloration serait trop intense pour être bien comparée, et il faudrait recommencer en prenant une quantité moindre des 150 c.c. qu'on a distillés.

Certaines eaux de puits contiennent de fortes quantités d'ammoniaque, jusqu'à 10 milligrammes par litre. Dans ce cas on ne peut pas doser l'ammoniaque par le réactif de Nessler ; il faut distiller 500 c.c. d'eau et doser l'ammoniaque en titrant avec  $\text{SO}_4\text{H}_2$  N/10 en présence de méthylorange. Il est bon de faire deux distillations, de façon à concentrer dans 100 c.c. toute l'ammoniaque qui était contenue dans les 500 c.c.

Quand on a déterminé ainsi l'ammoniaque, on refait un second essai sur les 150 c.c. distillés pour contrôler le résultat obtenu et on exprime l'ammoniaque en milligrammes par litre d'eau.



*Ammoniaque Albuminoïde.*—Dans le matras refroidi dont on a distillé 200 c.c. pour l'ammoniaque libre, on ajoute 50 cc. de la solution alcaline de permanganate et on chauffe à l'ébullition en recueillant l'eau qui distille dans des éprouvettes spéciales de 50 c.c. ; on distille trois ou quatre éprouvettes, de chacune 50 c.c. ; dans chacune on dose l'ammoniaque avec le réactif de Nessler ; les derniers 50 c.c. d'eau distillée ne doivent pas contenir plus de  $\frac{1}{100}$  de milligramme d'ammoniaque ; on fait le total des quantités d'ammoniaque trouvées dans les trois ou quatre éprouvettes que l'on a distillées, et en le multipliant par deux on a la quantité d'ammoniaque albuminoïde par litre.

## 2.—DOSAGE DES MATIÈRES ORGANIQUES PAR LE PERMANGANATE DE POTASSE.

D'une solution bien exacte de permanganate de potasse N/10 on prend 125 c.c. et on les porte à 1,000 c.c. avec de l'eau distillée ; chaque centimètre cube équivaut à  $\frac{1}{10}$  de milligramme d'oxygène.

On prépare aussi une solution un peu plus forte de sulfate de fer acidifiée par de l'acide sulfurique, de façon que 20 cc. de cette solution égalent environ 21 cc. de la solution titrée de permanganate de potasse ; il faut de plus une solution saturée de bicarbonate de soude et de l'acide sulfurique dilué au quart.

On prend deux matras d'un demi-litre ; dans l'un on met 100 c.c. de l'eau à analyser, dans l'autre 200 c.c. de cette même eau. On met dans chacun 5 c.c. de la solution de bicarbonate de soude et exactement 20 cc. de la solution de permanganate de potasse ; on chauffe les matras de manière à ce que l'ébullition commence environ après cinq minutes et on maintient l'ébullition exactement pendant dix minutes. Les matras sont alors rapidement et légèrement refroidis et on verse dans chacun 10 c.c. d'acide sulfurique au quart et 20 c.c. de la solution acide de sulfate de fer. Après quelques minutes le contenu des matras doit être devenu limpide et incolore, sans trace de petits flocons bruns nageant dans le liquide. Le contenu d'un matras est versé dans une capsule de porcelaine et à l'aide d'une burette on ajoute goutte à goutte la solution titrée de permanganate de potasse jusqu'à coloration rose pâle. On détermine ainsi la quantité de permanganate nécessaire pour le matras de 200 c.c. et pour le matras de 100 c.c. d'eau ; la différence des deux titrages indique la quantité de permanganate de potasse nécessaire pour 100 c.c. On exprime le résultat en oxygène pour un litre d'eau.

Si l'on doit analyser de l'eau sale contenant beaucoup de matières organiques, on prend de 10 à 20 c.c. de cette eau et on ajoute 90 ou 80 c.c. d'eau distillée pure ; on fait ensuite l'analyse comme d'habitude, en tenant compte, bien entendu, du volume d'eau primitif pris pour l'analyse.

S'il y a des nitrites, ils prennent du  $\text{KMnO}_4$  ; il faut donc déduire ce  $\text{KMnO}_4$ , ainsi qu'il sera dit plus loin à propos des nitrites, de façon à ne pas compter ces nitrites comme matières organiques.

Ceci est une méthode conventionnelle ; il n'y a donc qu'à l'appliquer avec soin, mais on ne peut pas discuter ce que représentent exactement les résultats obtenus. Il me semble qu'il aurait été plus logique de faire un premier essai avec 100 c.c. d'eau distillée bien pure et un autre essai avec 100 c.c. de l'eau à analyser et d'indiquer les différences de titrages de ces deux essais comme résultat pour 100 c.c. de l'eau à analyser, en admettant évidemment que l'eau distillée pure contient 0 de matières organiques.

Quelques chimistes font une seconde analyse, opérant non pas en solution alcalinisée avec du bicarbonate de soude, mais en liqueur acidifiée avec 10 c.c. d'acide sulfurique au quart et faisant également bouillir dix minutes. L'ébullition du permanganate en solution acide est tumultueuse, difficile à régler, et il est bon de mettre dans le ballon une spirale de fil de platine pour régulariser l'ébullition.

Les résultats que l'on obtient dans ces méthodes ne sont pas toujours très concordants et dans les analyses où une grande concordance est d'importance capitale, par exemple dans l'étude de l'eau d'un fleuve où sur une certaine longueur on prélève des échantillons en différents endroits pour rechercher s'il existe des différences pour les matières organiques, il est préférable de faire

le dosage des matières organiques en liqueur acide et à froid avec un contact de quatre heures, c'est-à-dire que dans l'eau à analyser on met 10 c.c. d'acide sulfurique au quart, et 20 c.c. de la solution titrée de permanganate. On laisse reposer exactement pendant quatre heures et à froid. Après quatre heures on ajoute 20 c.c. de la solution acide de sulfate de fer et on titre avec le permanganate contenu dans la burette. On obtient ainsi sensiblement les mêmes résultats qu'en dix minutes d'ébullition, mais les résultats sont plus concordants, c'est-à-dire présentent moins de variations dans les analyses consécutives.

### 3.—DOSAGE DES NITRATES.

*Recherche Qualitative.*—Dans 5 c.c. d'acide sulfurique concentré on met un petit cristal de diphenylamine et on ajoute une à deux gouttes de l'eau à analyser ; si l'eau contient seulement 1 milligramme par litre de  $N_2O_5$ , on a une faible coloration bleue et celle-ci sera d'autant plus forte qu'il y a plus de nitrates. Il faut prendre seulement une trace de diphenylamine, car un excès diminue la sensibilité de la réaction.

Après cet essai qualitatif on met dans une capsule en porcelaine de 5 à 25 c.c. de l'eau à analyser, on ajoute 1 c.c. de salicylate de soude à 1 pour cent et on évapore à sec au bain-marie.

Sur le résidu sec et refroidi on ajoute 1 à 2 c.c. d'acide sulfurique concentré, on mélange bien, et après quelques minutes de contact on ajoute 10 c.c. d'eau et un excès d'ammoniaque et on porte le volume à 50 c.c. dans l'éprouvette spéciale. On cherche ensuite à obtenir une teinte jaune de même intensité en opérant exactement de même avec une solution de nitrate de potasse dont 1 c.c. correspond à 0.05 milligramme de  $N_2O_5$ . Si l'eau contenait de fortes quantités de nitrates, disons 50 milligrammes ou plus de  $N_2O_5$  par litre, il serait alors plus exact de déterminer les nitrates par la méthode de Schloesing au protochlorure de fer.

En effet, la coloration jaune est déjà assez intense pour de petites quantités de  $N_2O_5$ . Comme on apprécie mieux les différences de teintes avec des teintes faibles qu'avec des teintes foncées, on ne peut pas bien doser par colorimétrie des quantités supérieures à 0.2 milligramme de  $N_2O_5$  pour le volume de 50 c.c. auquel se fait l'examen.

Si, d'autre part, l'on admet que, avec cette coloration, on peut obtenir comme limite d'exactitude 0.02 milligramme de  $N_2O_5$ , et si une eau contient assez de nitrates pour que 2 c.c. de cette eau donnent la teinte correspondante à 0.2 milligramme dans le volume de 5 c.c., on voit que le résultat de l'analyse sera 2 c.c.=0.2 ou bien 2 c.c.=0.22, d'où : 1 litre=100 milligrammes  $N_2O_5$  ou=110 milligrammes.

On aurait donc facilement une erreur de 10 milligrammes par litre. La méthode de Schloesing donnerait alors des résultats plus précis.

Au contraire, si l'eau contient peu de nitrates et si 10 c.c. d'eau donnent une teinte correspondant à 0.05 de  $N_2O_5$  dans le volume de 50 c.c., on peut voir la différence de teinte avec une précision de 0.01 milligramme de  $N_2O_5$ , et le dosage colorimétrique est très exact.

Quelquefois les tons jaunes obtenus sont un peu différents de teinte ; on voit alors mieux les différences d'intensité en observant à travers une lame de verre colorée en bleu pâle.

Si l'eau contient du chlorure de magnésium, il faudrait avant de l'évaporer y ajouter un petit excès de carbonate de soude.

Dans le cas où l'on appliquerait la méthode de Schloesing, le premier examen colorimétrique que l'on aurait fait indiquerait avec assez d'exactitude sur quel volume d'eau il faudrait opérer pour obtenir un volume suffisant de gaz, autant que possible au moins 20 c.c. Dans la recherche et dosage des nitrates, les nitrites agissent comme nitrates, il faut donc éventuellement en tenir compte.



#### 4.—DOSAGE DES NITRITES.

On les recherche par l'iodure de zinc amidonné (réactif Tromsdorf) que l'on prépare en mettant dans une capsule :—

20	grammes	chlorure de zinc.
125	„	eau distillée.
5	„	amidon.

On chauffe à l'ébullition en remplaçant au fur et à mesure l'eau qui s'évapore. Il est bon de chauffer pendant une heure environ.

On peut aussi terminer l'opération dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. On amène à un litre avec de l'eau distillée et on filtre, puis au liquide ainsi filtré on ajoute 2 grammes d'iodure de zinc. Si l'iodure de zinc avait pris une teinte jaunâtre, ce qui arrive pour l'iodure de zinc acheté depuis quelques mois, il faudrait le décolorer d'abord en agitant sa solution avec une petite quantité de zinc métallique en poudre. Le réactif doit être conservé dans des flacons en verre jaune.

Pour l'essai, à 50 c.c. de l'eau on ajoute 2 c.c. de réactif et quelques centimètres cube d'acide sulfurique au quart ; s'il y a des nitrites il se produit de suite une coloration bleue d'autant plus intense qu'il y a plus de nitrites. Une coloration bleue ne se produisant qu'après dix minutes n'a pas de signification.

*Dosage.*—On prépare une solution de 101 milligrammes de nitrite d'argent pur dans environ 150 c.c. d'eau, on ajoute un léger excès d'une solution de chlorure de sodium et on amène à 250 c.c. ; alors chaque centimètre cube vaut  $\frac{1}{10}$  de milligramme de  $N_2O_3$ .

Il faut faire attention que le nitrite d'argent soit de préparation récente ; conservé depuis un certain temps, une partie est décomposée et il ne contient quelquefois que 85 pour cent de nitrite pur. Aussi est-il plus commode de dissoudre quelques décigrammes de nitrite de soude dans un litre d'eau et sur 10 c.c. de cette solution on ajoute 100 c.c. d'eau et on dose la quantité de nitrite en  $N_2O_3$  avec le  $KMnO_4$  ; on étend ensuite avec de l'eau de façon à obtenir une solution de nitrite dont un litre contient 100 milligrammes de  $N_2O_3$ . Ceci est le moyen le plus pratique pour avoir la solution titrée de nitrite.

On prépare également une solution de 8 grammes d'acide phénique dans 100 grammes d'acide acétique. On évapore un volume mesuré de 5 à 25 c.c. d'eau à analyser ; au résidu bien froid on ajoute 1 c.c. de l'acide acétique phénolé (le mieux est de poser la capsule sur un morceau de glace), on mélange bien, et après quelques minutes on ajoute de l'eau et un excès d'ammoniaque et on porte le volume à 50 c.c. Ensuite on opère exactement de même avec la solution titrée de nitrite dont chaque centigrade vaut  $\frac{1}{10}$  de milligramme de  $N_2O_3$ , on cherche à obtenir la même coloration jaune et ce titrage colorimétrique indique la quantité de  $N_2O_3$ .

Si l'eau contient des nitrates et des nitrites on fait d'abord le dosage des nitrites. Puis on évapore la même quantité d'eau ; le résidu est traité à froid par l'acide acétique phénolé, et après quelques minutes on chauffe au bain-marie pour évaporer l'acide acétique ; au résidu on ajoute 1 c.c. de salicylate de soude à 1 pour cent et on évapore à sec ; au résidu sec et refroidi on ajoute 1 c.c. d'acide sulfurique concentré, puis de l'eau et de l'ammoniaque. La teinte jaune obtenue maintenant égale la somme des nitrates et des nitrites. Comme on avait déterminé les nitrites seuls, par différence on a les nitrates.

Enfin, s'il s'agissait de déterminer une quantité appréciable de nitrite dans une eau colorée et contenant beaucoup de matières organiques, le mieux serait d'appliquer une méthode consistant à faire agir en milieu acide les nitrites à doser sur l'iodure de potassium. L'iode mis en liberté par les nitrites serait déterminé avec une solution titrée d'hyposulfite et on calculerait la quantité de nitrite.

On peut aussi dans le cas d'eaux contenant très peu de matières organiques, comme les eaux de puits artésiens, prendre 100 c.c. de l'eau et ajouter 20 c.c. de la solution de permanganate de potasse qui sert au dosage des matières organiques, puis 10 c.c. d'acide sulfurique au quart et de suite 20 c.c. de la solution de sulfate de fer, et avec une burette contenant le permanganate on titre jusqu'à coloration rose faible. On peut admettre que pendant les quelques minutes nécessaires à ce dosage, les petites quantités de matières organiques contenues dans l'eau n'ont pas d'action appréciable sur le permanganate de potasse et que tout le permanganate décomposé l'a été seulement par les nitrites.

On fait un second essai en tout semblable, mais en opérant sur 100 c.c. d'eau distillée. La différence des deux titrages indique la quantité de permanganate prise par les nitrites.

La solution de permanganate étant telle que 1 c.c. = 1 milligramme d'oxygène, il en ressort que 1 c.c. de cette solution de permanganate vaut 0.2375 milligramme  $N_2O_3$ .

La quantité de permanganate de potasse permet de calculer  $N_2O_3$ . Quand on dose les matières organiques par le permanganate dans une eau, il faut déduire la quantité de permanganate qui aurait été prise par les nitrites.

#### 5.—DOSAGE DE L'OXYGÈNE EN DISSOLUTION.

Il faut un appareil consistant en une pipette à deux robinets, le volume compris entre les deux robinets étant d'environ 103 c.c. et déterminé une fois pour toutes par la pesée de l'eau contenue. La partie inférieure de la pipette se termine en pointe, tandis que la partie supérieure, au-dessus du robinet, a la forme d'un entonnoir cylindrique d'environ 5 à 6 c.c. de capacité.

Il faut avoir un support à tige ayant une pince permettant de maintenir verticalement cette pipette.

Par un tube en caoutchouc on amène l'eau à analyser à la partie inférieure de la pipette, les deux robinets étant ouverts, et on laisse l'eau remplir et traverser pendant cinq à six minutes la pipette afin d'avoir la pipette pleine de l'eau à analyser sans qu'elle ait pu dissoudre l'oxygène de l'atmosphère. On ferme alors les deux robinets, on essuie la pipette, on sèche l'entonnoir supérieur et on y introduit 1 c.c. d'une solution de soude caustique à 50 pour cent, puis on ouvre le robinet inférieur et ensuite avec précaution le robinet supérieur de façon à ce que la soude caustique pénètre dans la pipette, mais on ferme le robinet supérieur quand il ne reste plus que quelques gouttes dans l'entonnoir. On nettoie alors soigneusement l'entonnoir à l'eau distillée pour enlever toute trace de soude et à l'aide d'une pipette de faible diamètre et jaugée à deux traits on met dans l'entonnoir 2 c.c., mesurés très exactement, d'une solution acide de sulfate de fer; on ouvre le robinet inférieur, puis avec précaution le robinet supérieur de façon que la solution de sulfate de fer pénètre dans la pipette; quand il n'en reste plus qu'une ou deux gouttes dans l'entonnoir, on ferme le robinet supérieur puis le robinet inférieur.

Si la pipette contenait 103 c.c. d'eau, il en est sorti pendant ces opérations :—

1 c.c. par suite de la soude caustique;

2 c.c. par suite de la solution acide de sulfate de fer, c'est-à-dire 3 c.c.; l'analyse porte donc sur  $103 - 3 = 100$  c.c. d'eau.

La soude caustique introduite, en agissant sur le sulfate de fer, précipite du protoxyde de fer, qui se combine à tout l'oxygène en dissolution. On attend cinq minutes, afin que la réaction soit complète, en retournant la pipette plusieurs fois afin que le contenu se mélange bien. Il faut que la quantité de solution de sulfate de fer restée dans l'entonnoir soit assez petite pour qu'il ne puisse pas s'en écouler ni s'en perdre pendant ces manipulations.

Dans une capsule de porcelaine d'un quart de litre on met 10 c.c. d'acide sulfurique au quart, puis on maintient la pipette au-dessus de manière que la pointe inférieure plonge dans l'acide



sulfurique au quart. On remplit d'acide sulfurique au quart l'entonnoir et on ouvre le robinet supérieur, puis lentement le robinet inférieur, de façon à ce que l'acide sulfurique au quart pénètre dans la pipette et que l'oxyde de fer se dissolve complètement.

On laisse alors se vider toute la pipette dans la capsule, on met encore deux ou trois fois de l'acide sulfurique au quart dans l'entonnoir et on le laisse à travers la pipette couler dans la capsule de manière à être certain que toute la quantité de la solution de sulfate de fer se trouve dans la capsule ; puis avec une solution de permanganate dont 1 c.c. vaut  $\frac{1}{5}$  ou  $\frac{1}{50}$  de milligramme d'oxygène, on fait le titrage jusqu'à teinte rose pâle. Ensuite dans une capsule on met 10 c.c. d'acide sulfurique au quart, environ 100 c.c. d'eau et 2 c.c., mesurés avec la pipette, de la solution de sulfate de fer et on titre avec la même liqueur de permanganate.

La différence des deux titrages exprimera la quantité d'oxygène en dissolution dans le volume d'eau sur lequel a porté l'analyse.

#### 6.—DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE LIBRE DANS LES EAUX N'EN CONTENANT QUE DE PETITES QUANTITÉS.

On prépare une solution de carbonate de soude contenant 2.410 grammes par litre. Chaque centimètre cube vaut 1 milligramme d'acide carbonique.

Le dosage se fait bien dans les matras bouchés à l'émeri et jaugés à 200 et 220 c.c.

On introduit dans le matras 200 c.c. de l'eau à analyser, puis très peu de solution alcoolique de phénol-phtaléine ; il faut en prendre aussi peu que possible, un excès rendant la réaction moins sensible et conduisant à des résultats trop forts.

On introduit avec une burette des petites quantités de la solution de carbonate de soude en agitant chaque fois jusqu'à ce qu'on obtienne une coloration rose faible.

On refait un deuxième essai en mettant d'un seul coup la quantité trouvée nécessaire de la solution de carbonate de soude, et généralement dans ce second essai il en faut un peu plus que dans le premier.

La quantité de carbonate de soude nécessaire pour amener la teinte rose indique la quantité d'acide carbonique libre.

Il faut faire ensuite un dosage sur 200 c.c. d'eau distillée bouillie et refroidie rapidement, donc exempte de  $\text{CO}_2$  libre, afin de connaître le terme correctif, c'est-à-dire la quantité nécessaire pour amener la teinte rose. Ce terme correctif doit être retranché du résultat de l'analyse.

La solution de carbonate de soude doit être préparée avec de l'eau distillée exempte d'acide carbonique ; pour la conserver on la répartit dans des petits flacons d'environ 50 cc. bien bouchés et entièrement remplis, de manière que la solution n'absorbe pas l'acide carbonique de l'atmosphère.

Au lieu d'une solution de carbonate de soude on peut aussi avantageusement employer l'eau de chaux. On a un flacon contenant avec de l'eau distillée un excès de chaux et on filtre, quand besoin est, la quantité nécessaire.

La solution de la chaux dans l'eau variant très peu avec la température, le titre de l'eau de chaux que l'on obtient reste donc sensiblement constant.

Il faut penser qu'avec l'eau de chaux, dans le titrage de l'acide carbonique libre, on obtient du bicarbonate ; donc une molécule de chaux correspond à deux molécules d'acide carbonique.

Pour l'eau saturée

à 15°	1 cc.	équivalent à	$2 \times 1.01 = 2.02$	milligrammes de $\text{CO}_2$
à 20°	"	"	$2 \times .98 = 1.96$	" "
à 25°	"	"	$2 \times .94 = 1.88$	" "
à 30°	"	"	$2 \times .91 = 1.82$	" "

Si donc on a une fois vérifié le titre de l'eau de chaux et noté à quelle température, on peut ensuite savoir quel est son titre suivant la température au moment où on fait l'analyse.

Le dosage de l'acide carbonique libre est plus exact aux basses températures ; aux températures plus élevées les résultats sont un peu faibles mais toujours assez exacts.

Cette méthode ne peut s'appliquer qu'aux eaux contenant peu d'acide carbonique libre ; il est évident que pour des eaux gazeuses la méthode n'est pas applicable.

#### 7.—ALCALINITÉ.

On titre 200 c.c. d'eau avec  $\text{SO}_4\text{H}_2$  N/10 en présence du méthyl-orange ; on détermine sur 200 c.c. d'eau distillée combien il faut de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  N/10 pour le virage et on déduit le résultat de ce titrage ; cela donne l'alcalinité totale (carbonate de chaux, de magnésie et de soude).

Par évaporation on réduit 200 c.c. de l'eau à 50 c.c., on filtre et on lave deux ou trois fois et on titre de même l'alcalinité de l'eau évaporée filtrée, ce qui donne l'alcalinité en carbonate de soude (éventuellement aussi silicate de soude) et par différence des deux titrages on a l'alcalinité provenant des carbonates de chaux et de magnésie.

La méthode donne des indications utiles ; les résultats peuvent ne pas être exacts si l'eau contient des silicates ou borates, car ils seraient dosés comme carbonates par le titrage.

#### 8.—RÉSIDU PAR LITRE.

Dans une capsule en platine on évapore 250 c.c. d'eau sans jamais aller à sec en cours de l'évaporation ; le résidu obtenu au bain-marie est séché à l'étuve à  $110^\circ$  et on pèse en ayant soin de mettre la capsule dans une boîte en verre légère avec couvercle rodé, le résidu étant souvent hygrométrique.

La valeur du résidu par litre n'est pas une indication très précise sur la quantité de matières en solution, car il y a quelques sources d'erreur.

Si l'eau contient du sulfate de chaux, il contient encore de l'eau si on sèche à  $110^\circ$ . Il faudrait dessécher à  $180^\circ$  pour chasser toute l'eau ; mais si l'eau contient du chlorure de magnésium, il se perd de l'HCl pendant l'évaporation et d'autant plus qu'on sèche plus fortement ou si, pendant l'évaporation, le résidu devient sec plusieurs fois. Il y a donc, comme on le voit, différentes raisons qui font que le résidu obtenu ne présente pas exactement la somme des matières contenues dans l'eau.

Pour s'assurer si une eau contient du  $\text{MgCl}_2$  on dose Cl sur l'eau sans évaporation, puis on évapore une certaine quantité mesurée de l'eau à sec au bain-marie ; au résidu on ajoute 10 c.c. d'eau distillée et on évapore de nouveau à sec, on fait cela trois fois et finalement on reprend le résidu par de l'eau et l'on dose le Cl.

Si l'eau contient  $\text{MgCl}_2$  on trouvera moins de chlore dans l'eau évaporée et la différence des deux dosages sera d'autant plus grande que l'eau contient plus de  $\text{MgCl}_2$ .

#### 9.—MANGANÈSE.

Souvent, surtout les eaux de puits artésiens, contiennent de petites quantités de fer et de Mn qu'il est important de rechercher ; la présence de ces métaux amène souvent le développement d'algues (crenothrix) dans la canalisation, ce qui trouble l'eau par des dépôts de couleur brune et, quoique ne rendant pas l'eau insalubre, lui donnent un vilain aspect.

La présence de Mn est aussi mauvaise pour l'emploi de l'eau au blanchissage : il se forme des composés de manganèse avec les acides gras du savon et au repassage le linge prend des tâches jaune brun.

Le manganèse, s'il est en quantité ne dépassant pas  $\frac{1}{10}$  de milligramme par litre, n'a pas d'inconvénient.



Pour doser le Mn on le transforme en permanganate à l'acide du persulfate d'ammonium. Si le Mn existe en quantité supérieure à un demi-milligramme par litre on n'a pas besoin de concentrer l'eau pour le dosage.

On rend 50 c.c. de l'eau juste acide avec quelques gouttes de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  dilué, puis on ajoute du nitrate d'argent en quantité un peu plus forte que celle nécessaire pour précipiter tout le chlore. S'il y a assez de chlore pour produire un précipité de  $\text{AgCl}$ , on filtre ; si l'eau forme seulement un léger louche avec le nitrate d'argent, pas besoin de filtrer. On ajoute 1 à 2 grammes de persulfate d'ammonium et on chauffe légèrement ; on arrête de chauffer dès qu'on voit que la teinte rose se produit. On attend deux à trois minutes, sans chauffer, que la teinte rose soit entièrement développée ; puis on chauffe à l'ébullition, on refroidit et on met dans un tube de Nessler de 50 c.c. et par colorimétrie on détermine la quantité de Mn.

Si l'eau contient moins de un demi-milligramme de Mn par litre, ou si elle contient une quantité appréciable de matières organiques, il faut concentrer l'eau ; 50, 100 ou 200 c.c. sont évaporés à sec au bain-marie en présence d'un excès de  $\text{HCl}$  ; au résidu sec on ajoute un peu  $\text{NO}_3\text{H}$  dilué et on évapore de nouveau à sec ; on répète encore une fois l'addition de  $\text{NO}_3\text{H}$  pour chasser tout l'acide chlorhydrique, on reprend par de l'eau contenant une trace d'acide nitrique, on filtre dans un ballon, on ajoute de l'eau (moins de 50 c.c.), du nitrate d'argent et 1 à 2 grammes de persulfate et on chauffe doucement et quand la teinte rose s'est bien formée on chauffe à l'ébullition, on refroidit et on amène à 50 c.c. dans le tube de Nessler.

On a une solution titrée de sulfate de manganèse acidifiée par  $\text{SO}_4\text{H}_2$  dont 1 c.c. égale 0.05 milligramme de Mn et on prend de cette solution un certain nombre de centimètres cubes suffisant pour obtenir, en chauffant dans 50 c.c. d'eau contenant du nitrate d'argent et du persulfate, la même teinte rose qu'avec l'eau à analyser.

Pour préparer la solution titrée de sulfate de manganèse, on prend du sulfate de manganèse cristallisé bien pur. Quelques grammes sont mis dans une capsule de platine et on chauffe au moufle. Dans le moufle on met d'abord une capsule plate de porcelaine sur laquelle on pose un triangle qui reçoit la capsule de platine contenant le sulfate de manganèse ; de cette façon le fond de la capsule n'est pas trop chauffé ; la température ne doit pas dépasser le rouge sombre. Du sulfate de manganèse pur et anhydre ainsi obtenu on pèse 137.3 milligrammes qu'on dissout dans de l'eau acidulée de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  et on amène à 1,000 c.c.

1 c.c. = 0.05 milligramme de Mn.

Si l'on a souvent à faire des dosages de Mn, on doit préparer une dilution dix fois plus forte (1.373 de  $\text{MnSO}_4$  par litre), et au fur et à mesure des besoins on dilue avec de l'eau la solution, de manière à l'amener au dixième.

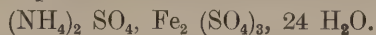
## 10.—FER.

On dose le fer par colorimétrie en estimant la teinte obtenue avec le sulfocyanure de potassium. Il faut employer le sulfocyanure de K qui se conserve beaucoup mieux et qui ne jaunit pas comme le sulfocyanure d'ammonium.

Le fer contenu dans les eaux est souvent en majeure partie à l'état de combinaison organique qui ne donne pas de coloration avec le sulfocyanure ; il faut donc, pour doser le fer, toujours évaporer l'eau en présence d'un excès de  $\text{HCl}$  pour détruire ces combinaisons organiques.

On évapore 100 à 250 c.c. d'eau en présence de  $\text{HCl}$  à sec au bain-marie ; au résidu on ajoute 2 c.c. de  $\text{HCl}$  concentré et on évapore de nouveau, puis on ajoute 2 c.c. de  $\text{HCl}$  et de l'eau et on amène à 50 c.c. ; on ajoute 2 c.c. de la solution de sulfocyanure de K et on cherche à obtenir la même teinte avec la solution titrée de fer (alun ferrique). Il faut aussi amener à 50 c.c. et avoir 2 c.c. d' $\text{HCl}$  et 2 c.c. de sulfocyanure ; la teinte rouge brun étant un peu variable suivant les quantités de réactifs, il faut opérer exactement dans les mêmes conditions.

De même l'intensité de la teinte s'affaiblit avec le temps ; il faut donc opérer de façon à produire en moins d'un quart d'heure la teinte avec l'eau et avec la solution titrée de fer. Il est bon d'évaporer deux portions de l'eau à analyser, la première servant à déterminer approximativement la quantité de fer, et avec la seconde on fait le dosage définitif exact. Pour préparer la solution titrée de fer, on prend des cristaux récemment préparés d'alun de fer et d'ammoniaque.



On en pèse 8.634 grammes qu'on dissout dans de l'eau acidulée de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  et on amène à un litre.

1 c.c. de la solution = 1 milligramme de fer.

On fait, par dilution avec de l'eau, une solution dix fois ou cent fois plus faible pour le dosage colorimétrique du fer.

## 11.—MATIÈRES EN SUSPENSION.

Pour déterminer la quantité de matières en suspension dans une eau, il ne faut pas chercher à les recueillir sur un filtre pesé ; la filtration se fait d'une façon beaucoup trop lente et le lavage du filtre est pour ainsi dire impossible.

Il faut remplir un matras jaugé de 250 c.c. ou de 500 c.c. avec l'eau trouble, puis évaporer dans une capsule de platine pesée, toute l'eau avec les matières en suspension ; on lave deux à trois fois le matras jaugé avec de l'eau distillée pour bien faire passer tout le contenu dans la capsule de platine.

Après évaporation au bain-marie on sèche à  $110^\circ$  et on pèse en ayant soin de mettre la capsule dans une boîte de verre à couvercle rodé.

On obtient ainsi le poids du résidu par litre provenant des matières en suspension et des matières en dissolution. Comme on détermine d'autre part le résidu par litre de l'eau filtrée, la différence des deux résultats donne exactement la quantité de matières en suspension.

Dans l'analyse d'une eau il faut évidemment tout d'abord par quelques essais qualitatifs se rendre compte de la quantité des substances qui existent en dissolution pour juger sur quelles quantités d'eau les différents dosages doivent être faits. On peut se dire qu'il ne faut pas, en général, avoir dans le dosage à peser des quantités de précipités supérieures à 3 à 4 décigrammes, excepté, pour des précipités denses comme le chlorure d'argent dont on peut peser facilement 1 à 2 grammes. Un filtre de 9 centimètres de diamètre doit suffire pour recevoir le précipité. Ce n'est que par exception que des filtres plus grands doivent être nécessaires, mais il faut aussi, si possible, éviter les poids trop faibles. Pour une eau contenant seulement 25 milligrammes de chaux par litre, on peut faire l'analyse sur un litre et n'avoir à peser que 25 milligrammes, mais si l'eau contient 300 milligrammes de chaux, il ne faudrait pas faire le dosage sur seulement 100 cc. et peser 30 milligrammes de chaux ; il faudrait opérer sur un litre ou pour le moins sur un demi-litre. Mais si l'eau contient deux ou trois grammes de chaux par litre, alors il faut opérer sur 100 ou 200 c.c. d'eau seulement, car opérer sur un litre et recueillir un volume d'oxalate de chaux donnant trois grammes de chaux n'est pas d'une exécution facile et ne saurait se faire d'une manière exacte. De même pour une eau contenant deux ou trois grammes d'acide sulfurique par litre et seulement un ou deux centigrammes de potasse, il faut pour doser la potasse opérer sur deux litres d'eau ; mais il ne serait pas pratique de faire le dosage de l'acide sulfurique sur ces deux litres et donc d'avoir à peser six à dix grammes de sulfate de baryte.

En pareil cas, on déterminera l'acide sulfurique sur 100 c.c. d'eau, puis on prendra 2,100 c.c. d'eau, on y ajoutera  $\text{HCl}$  et  $\text{BaCl}_2$  de manière à obtenir un volume de 2,200 ; on mélange bien, on laisse reposer et on filtre sur un filtre sec en ayant soin qu'il ne vienne presque pas de précipité de  $\text{BaSO}_4$  sur le filtre et l'on fait le calcul suivant :—

$$\begin{array}{l} 2,100 \text{ c.c. ont un volume de } 2,200 \\ \text{pour avoir } 2,000 \text{ il faudra } \frac{2,200 \times 2,000}{2,100} = 2,095 \end{array}$$



De la liqueur filtrée je prends donc 2,095 c.c., qui correspondent à deux litres d'eau, et je procède au dosage de la potasse. Considérant que l'eau ne contient que très peu de potasse, cette manière de faire peut être considérée comme parfaitement exacte et elle facilite de beaucoup l'analyse.

## 12.—DOSAGE DE LA SILICE, DE LA CHAUX ET DE LA MAGNÉSIE.

On évapore dans une grande capsule de platine un litre d'eau en présence d'HCl, on termine l'évaporation au bain-marie, le résidu est humecté d'acide chlorhydrique, on évapore au bain-marie, puis on met à l'étuve à 120° à 130° pour bien insolubiliser la silice. On reprend à chaud par de l'eau acidulée d'HCl et on filtre pour séparer la silice. Souvent la filtration est très lente s'il y a beaucoup de silice ; le mieux est d'ajouter un peu de papier à filtrer pur (préalablement réduit en pâte fine dans un mortier), qui se mélange à la silice, et la filtration et le lavage se font alors rapidement.

La silice bien lavée et séchée est pesée dans un creuset de platine après calcination au rouge. Dans le liquide filtré on ajoute un léger excès d'ammoniaque et on fait bouillir, ce qui précipite le fer et l'alumine, qu'on recueille sur un filtre ; on lave à l'eau chaude, sèche et pèse dans un creuset de platine après calcination au rouge.

Le liquide filtré est chauffé presque à l'ébullition et on y ajoute un petit excès d'une solution concentrée chaude d'oxalate d'ammonium. Il y a déjà généralement assez de sels ammoniacaux pour faire le sel double avec la magnésie ; il n'est donc pas nécessaire d'ajouter d'abord du chlorure d'ammonium. Pourtant, s'il s'agit d'une eau contenant beaucoup de magnésie, on additionne encore de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  avant de précipiter la chaux.

On laisse reposer jusqu'au lendemain le précipité d'oxalate de chaux, puis on filtre et on lave à l'eau distillée tiède. S'il s'agit d'une eau contenant beaucoup de chaux ou beaucoup de magnésie (plusieurs décigrammes), ou relativement peu de chaux mais plus de magnésie, il faut sécher et calciner au rouge l'oxalate de chaux, le dissoudre dans HCl étendu et à la solution ajouter  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , puis précipiter de nouveau à chaud la chaux par une solution d'oxalate d'ammonium, car l'oxalate de chaux entraîne avec lui facilement de la magnésie.

Pour les eaux contenant seulement environ 1 décigramme de chaux par litre et seulement quelques centigrammes de magnésie, cette double précipitation n'est pas nécessaire. Quand on a sur le filtre l'oxalate de chaux bien lavé, on le sèche, on le met dans un creuset de platine et on calcine d'abord légèrement pour incinérer le filtre, puis on calcine fortement au chalumeau pendant une demi-heure pour doser la chaux à l'état de chaux caustique  $\text{CaO}$ . Après la pesée du creuset avec la chaux, on dissout la chaux dans de l'acide acétique étendu, on constate que tout se dissout bien, on lave le creuset à l'eau distillée, on le chauffe au rouge faible et on prend alors le poids du creuset vide qu'on retranche du poids trouvé pour le creuset contenant la chaux ; la différence donne la quantité de chaux.

On réunit toutes les liqueurs filtrées provenant de la séparation de la chaux et on les évapore à sec au bain-marie dans une capsule de porcelaine, puis on dissout le résidu dans de l'acide nitrique faible et on ajoute HCl par petites portions en chauffant au bain-marie ; on détruit ainsi tous les sels ammoniacaux plus facilement que par calcination. Quand on s'est débarrassé ainsi des sels ammoniacaux, on évapore à sec ; au résidu on ajoute HCl et on évapore de nouveau pour avoir seulement des chlorures. On reprend par l'eau, on filtre, et dans la liqueur filtrée chaude on ajoute  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , puis  $\text{NH}_3$  pour rendre à peine alcalin et on ajoute un léger excès de phosphate de soude, ce qui précipite la magnésie à l'état de phosphate double. Il faut que la liqueur soit faiblement ammoniacale et chaude de façon à ce que le phosphate double se précipite d'abord lentement en fins cristaux. Quand cette précipitation s'est faite, on ajoute un tiers du volume de solution d'ammoniaque et on laisse reposer au lendemain. On filtre, on lave bien avec de l'ammoniaque dilué au quart, jusqu'à ce que les eaux de lavages ne donnent plus la réaction du chlore. On sèche

alors le précipité à l'étuve et on calcine dans un creuset de platine ; quand le filtre est incinéré, on chauffe pour terminer au chalumeau pendant trois minutes, ce qui donne le pyrophosphate bien blanc et on le pèse.

Pour les eaux ne contenant que peu de chaux et de magnésie, on peut précipiter la magnésie sans détruire d'abord les sels ammoniacaux. Dans le liquide filtré provenant de la précipitation de la chaux par l'oxalate, on ajoute, après l'avoir chauffé vers  $60^{\circ}$ , un léger excès de phosphate de soude et quand le phosphate double a commencé à se précipiter, on ajoute un tiers du volume d'ammoniaque et on laisse reposer au lendemain pour alors filtrer, laver, sécher et calciner le phosphate double de magnésie et d'ammoniaque qui, calciné, donne le pyrophosphate qu'on pèse.

### 13.—DOSAGE DE L'ACIDE SULPHURIQUE ET DES ALCALIS.

Suivant la quantité de matières en dissolution on évapore dans une grande capsule de platine un ou deux litres d'eau additionnée d'un peu d'HCl. On termine au bain-marie et le résidu est desséché à l'étuve vers  $120^{\circ}$  pour insolubiliser la silice. On reprend le résidu par 5 c.c. d'HCl et de l'eau et on filtre. Dans le liquide filtré chauffé à l'ébullition on précipite l'acide sulfurique en ajoutant, goutte à goutte, une solution de chlorure de baryum. Il faut avoir soin que le chlorure de baryum ne soit ajouté qu'en faible excès, ce que l'on détermine facilement en prenant une demi-douzaine de tubes à essais ; dans chacun on met 20 c.c. d'eau, trois gouttes d'HCl et une quantité mesurée mais croissante de la solution de chlorure de baryum de façon qu'il n'y en ait pas assez dans le premier, mais certainement de trop dans le sixième. On laisse reposer quelques heures (ce qui se fait pendant que l'on évapore l'eau dans la grande capsule de platine ; il n'y a donc pas de perte de temps). L'examen des six tubes, pour déterminer celui dans lequel le chlorure de baryum commence à être juste en excès, indique combien il faudra prendre de solution de chlorure de baryum pour précipiter tout l'acide sulfurique à doser.

Il est bon d'attendre le lendemain ou au moins six heures avant de filtrer et de recueillir sur un filtre le précipité de sulfate de baryte. On le lave d'abord avec un peu d'eau chaude acidulée d'HCl, puis à l'eau distillée chaude. On le sèche à  $100^{\circ}$  et on le pèse, après calcination au rouge faible, dans un creuset de platine. Du poids de  $\text{BaSO}_4$  on calcule  $\text{SO}_3$ .

Dans le liquide filtré on dose les alcalis. On évapore à sec au bain-marie, on reprend par l'eau distillée et on précipite par le carbonate d'ammonium. S'il y a beaucoup de chaux et de magnésie, il vaut mieux précipiter en deux ou trois fois, en filtrant et lavant chaque fois le précipité. On obtient ainsi de meilleurs résultats qu'en ayant du premier coup un trop volumineux précipité à séparer et à laver. La liqueur filtrée est évaporée dans une capsule de platine. On sèche à  $110^{\circ}$ , puis on calcine légèrement pour chasser les sels ammoniacaux. On dissout le résidu dans le moins d'eau possible, on filtre et on ajoute quelques cristaux d'acide oxalique pur, on évapore et calcine légèrement dans une capsule de platine. Le résidu est repris par l'eau, on filtre et on répète encore une fois le traitement à l'acide oxalique. En reprenant par l'eau on a en solution seulement les alcalis et peut-être une trace de magnésie. On ajoute un léger excès d'HCl et on évapore à sec. Si on craignait qu'il ne reste un peu de magnésie on ajouterait une goutte d'une solution de baryte, on filtrerait, on ajouterait une goutte de solution de carbonate d'ammoniaque pour précipiter la baryte, et le liquide filtré serait évaporé dans une capsule de platine pesée. On sèche à  $110^{\circ}$ , puis on chauffe au moufle au rouge. On obtient ainsi la quantité de sodium et de potassium à l'état de chlorure. Il faut penser que quand on sèche les chlorures alcalins, ils crépitent fortement, ce qui peut donner de fortes pertes. Quand on a donc séché au bain-marie on couvre bien la capsule avec un verre de montre, puis on sèche à  $110^{\circ}$  ; ensuite on calcine légèrement sans aller au rouge et ensuite seulement on retire le verre de montre et on chauffe au moufle.

Il faut maintenant séparer et doser le potassium. Si les chlorures ensemble pèsent plusieurs grammes et que l'on pense qu'il n'y a que très peu de potasse à doser, laquelle se trouve donc avec un grand excès de soude, il faut d'abord séparer la potasse en la combinant au nitrite de cobalt.



On prépare une solution avec —

9.85 grammes de chlorure de cobalt;

0.25 c.c. d'acide acétique et on fait 500 c.c.

Avec 90 grammes de nitrite de soude on fait 500 c.c.

On conserve séparément ces deux solutions et au moment du besoin on les mélange à volumes égaux. Pour précipiter neuf milligrammes de HCl, il faut 4 c.c. du réactif (donc 2 c.c. de chaque solution). A la solution limpide des chlorures alcalins on ajoute deux à trois gouttes d'acide acétique, puis un petit excès du réactif cobaltique; on laisse reposer six heures à une température de 50° environ, puis jusqu'au lendemain dans un endroit frais (glacière). Toute la potasse est précipitée. On filtre, on lave le filtre trois fois avec de l'alcool à 80° et on sèche à l'étuve. On met le précipité sec dans un verre de montre, on incinère le filtre dans une capsule de porcelaine à bec d'environ 60 millimètres de diamètre, sur les cendres du filtre on fait passer le précipité et on calcine légèrement au rouge. On ajoute 5 c.c. d'HCl, on couvre d'un verre de montre et on chauffe au bain-marie. On évapore à sec, on ajoute encore une fois HCl et on évapore de nouveau; on reprend par l'eau, ce qui doit donner une solution limpide.

On ajoute un petit excès de la solution d'acide perchlorique à 18 pour cent et on évapore au bain de sable jusqu'à formation de vapeurs blanches; à ce moment la couleur bleue du chlorure de cobalt se change en beau rouge, couleur de perchlorate de cobalt. On laisse refroidir et on filtre sur un filtre sec pesé, en écrasant avec l'agitateur le résidu qui doit être en poudre fine. On lave avec de l'alcool à 95°, contenant 0.2 pour cent d'acide perchlorique, puis à la fin, avec un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther, jusqu'à ce que le liquide de lavage ne soit plus acide. On sèche à 120° à 130° et on pèse le perchlorate de potasse. Si, quand on a obtenu ensemble les chlorures de sodium et de potassium, on n'a pas un trop grand excès de soude, on n'a pas besoin de précipiter d'abord la potasse par le réactif cobaltique. On traite alors directement la solution des chlorures alcalins par un petit excès d'acide perchlorique, on évapore au bain de sable jusqu'à fumées blanches, on filtre sur filtre pesé, on lave avec alcool à 95° contenant 0.2 pour cent d'acide perchlorique, puis avec le mélange alcool-éther, et on sèche à 130° et on pèse le perchlorate de potasse.

#### 14.—DOSAGE DE CHLORE.

On dose habituellement le chlore avec une liqueur de nitrate d'argent N/10 en présence de chromate de potasse comme indicateur. Quand il s'agit d'une eau contenant relativement peu de chlore, de sorte que le titrage peut se faire sur 250 ou 500 c.c. de l'eau et ne nécessite que quelques centimètres cubes de nitrate d'argent, le dosage est exact et on obtient facilement la quantité de chlore avec une précision d'un demi-milligramme par litre d'eau. La présence de carbonate de soude dans l'eau n'a pas d'influence appréciable sur le dosage. Il est d'ailleurs facile avant le titrage de rendre l'eau acide par addition d'acide nitrique dilué, puis de mettre dans l'eau un léger excès de carbonate de chaux pur en poudre, ce qui rend l'eau neutre, et on peut alors titrer sans même avoir besoin de filtrer, le petit excès de carbonate de chaux en suspension ne gênant en rien ce titrage.

Mais s'il s'agit d'une eau contenant de fortes quantités de chlorure de sodium, deux ou trois grammes par litre, le dosage est loin d'être aussi exact. En effet, la précision du dosage dépend de la perception du changement de couleur, et dans un liquide où il s'est formé un précipité considérable de chlorure d'argent, ce changement de couleur ne se voit pas aussi facilement que s'il y avait peu de chlorure d'argent de précipité. On peut donc facilement employer 0.1 c.c. de nitrate d'argent de plus qu'il n'est réellement nécessaire et d'autre part si, vu la forte quantité de chlore, le titrage se fait sur 20 c.c. d'eau seulement, on voit que quand par le calcul on ramène le résultat à un litre, l'erreur est multipliée par 50, ce qui fait 5 c.c., soit donc, si on exprime en chlorure de sodium, 29 milligrammes de trop par litre.

Si l'on examine une eau pour décider si elle est potable, et que l'on trouve trois grammes ou bien trois grammes et 29 milligrammes de sel par litre, cela n'a pas grande importance et ne peut pas influencer sur la conclusion, mais s'il s'agit d'une analyse d'eau complète, exacte, on voit que la méthode de titrage habituelle n'est pas assez exacte et qu'il faut alors faire le dosage du chlore en pesant le chlorure d'argent et en opérant sur 100 à 200 c.c. d'eau. Si l'eau contient peu de chlore, quelques milligrammes par litre seulement, il faut, avant de titrer, concentrer l'eau par évaporation. 500 c.c. d'eau sont évaporés au bain-marie de façon à les réduire à un volume de 50 à 100 c.c. ; on laisse refroidir et on procède au titrage. Généralement il n'est pas nécessaire de filtrer, le dépôt de carbonates de chaux et de magnésie qui a pu se former ne gêne pas. Par contre, si l'eau contient de l'hydrogène sulfuré ou des sulfures, il faut les éliminer avant de pouvoir titrer le chlore. Quelquefois il suffit de faire bouillir pendant quelques minutes l'eau pour éliminer l'hydrogène sulfuré. Si la simple ébullition ne suffit pas, on rend l'eau très faiblement acide en y ajoutant goutte à goutte de l'acide acétique, puis on chauffe au bain-marie jusqu'à disparition de l'hydrogène sulfuré ; on laisse refroidir, on neutralise en ajoutant un léger excès de carbonate de chaux en poudre et on procède alors au titrage du chlore.

---

### III.—CONCLUSIONS A DONNER POUR UNE EAU D'APRÈS L'ANALYSE CHIMIQUE.

Pour juger une eau d'après les résultats de l'analyse chimique, il faut d'abord considérer si l'eau doit servir pour l'alimentation ou bien seulement pour les chaudières des machines à vapeur ou enfin pour certains usages industriels.

Nous allons considérer ces différents cas.

#### 1.—ALIMENTATION.

L'eau doit être limpide ; il n'est pas agréable de boire une eau trouble, même légèrement. Quelques milligrammes d'argile en suspension dans un litre d'eau suffisent pour que l'eau paraisse trouble et il est certain que ces traces d'argile ne peuvent avoir aucune action préjudiciable à la santé, mais il faut conclure en disant qu'une eau trouble n'est pas appétissante. De même l'eau ne doit montrer rien qui paraisse désagréable au goût et à l'odeur.

L'eau doit être aérée, et sans demander que l'eau soit saturée d'air on peut dire que trois à quatre grammes d'oxygène en dissolution par litre d'eau sont le minimum de ce que l'on doit exiger. Quelques milligrammes par litre d'acide carbonique libre donnent un goût plus agréable à l'eau, mais il faut éviter une trop grande quantité ; cet excès ne serait pas nuisible à l'organisme, mais il faut considérer que l'eau, pour arriver au consommateur, passe par des tuyaux métalliques (fer, zinc, plomb) et que l'eau contenant une quantité un peu forte d'acide carbonique libre (15 à 20 milligrammes par litre) aura une action dissolvante appréciable sur ces tuyaux métalliques, et cela surtout dans les installations neuves, où l'eau vient directement en contact avec le métal.

Pour d'anciens tuyaux recouverts intérieurement d'un dépôt argileux ou calcaire l'eau ne vient pas en contact direct avec le métal et l'acide carbonique libre est moins à craindre. On voit donc qu'il faut aussi éventuellement porter son attention sur la canalisation par laquelle l'eau passera.

Il faut aussi considérer que les eaux troubles et que l'on traite par le sulfate d'alumine avant de les filtrer peuvent ainsi arriver à contenir d'assez fortes quantités d'acide carbonique libre. En effet, on doit parfois ajouter à l'eau trouble des quantités de sulfate d'alumine s'élevant de



60 à 80 milligrammes par litre ; il en résulte des quantités fortement appréciables d'acide carbonique libre en dissolution dans l'eau et dont l'action éventuelle sur les tuyaux métalliques par où passera l'eau doit être prise en sérieuse considération.

L'eau ne doit pas contenir de substances ayant une action active sur l'organisme, comme iode, plomb, arsenic, etc., mais il faut s'entendre et ne pas attacher d'importance à des quantités tout à fait minimales de ces substances. Il est évident qu'on peut trouver dans une eau n'importe quelle substance minérale à condition d'en faire la recherche sur un nombre suffisant de mètres cubes. Aussi faut-il entendre que des quantités comme un centième de milligramme par litre peuvent être négligées et qu'il est mieux de ne pas en parler et de ne pas les indiquer dans une analyse d'eau.

Supposons une eau contenant par litre un centième de milligramme d'arsenic et que, en un mois, on boive cent litres de cette eau ; on aura donc par l'eau ingérée en un mois, un milligramme d'arsenic. Il est presque certain que l'ensemble de tous les autres aliments que l'on aura consommés durant un mois contiendra dans leur totalité environ un milligramme d'arsenic et plusieurs milligrammes de plomb, de cuivre, de zinc, etc., et ceci sans le moindre préjudice pour l'organisme.

Pour que ces substances actives fassent déclarer une eau impropre à l'alimentation, il faut que leur quantité approche de 5 à 10 centièmes de milligrammes par litre. Des quantités égalant  $\frac{1}{10}$  de milligramme doivent être en tout cas indiquées et feraient rejeter l'eau. Une eau potable ne doit pas contenir d'hydrogène sulfuré, d'abord par suite de son action sur les conduites métalliques et aussi par l'odeur très déplaisante que prend l'eau, même si elle contient seulement des traces d'hydrogène sulfuré.

L'eau ne doit contenir ni fer ni manganèse en quantité appréciable, c'est-à-dire dépassant  $\frac{1}{10}$  de milligramme par litre. Le fer et le manganèse à la quantité de quelques dixièmes de milligrammes par litre ne seraient pas une objection au point de vue purement hygiénique et il n'en résulterait aucun inconvénient pour la santé. Mais le fer ne reste pas en solution, il se dépose souvent facilement et rend l'eau un peu trouble et d'aspect déplaisant. Le fer et le manganèse favorisent aussi le développement d'algues (crénothrix) qui rendent l'eau trouble, et enfin le manganèse, s'il existe en quantité supérieure à un dixième de milligramme par litre, présente des inconvénients quand l'eau sert au blanchissage. Une eau potable ne doit contenir que très peu de matières organiques et l'on est à peu près d'accord sur ce fait qu'une bonne eau potable ne doit pas en contenir une quantité supérieure à deux milligrammes par litre calculé en oxygène pris au permanganaté ; que trois milligrammes d'oxygène pris au permanganate indiquent une eau médiocre et que des quantités supérieures à quatre milligrammes correspondent à une eau mauvaise ne devant pas servir à l'alimentation. On apprécie aussi la quantité de matières organiques par l'ammoniaque albuminoïde obtenue par distillation de l'eau. Une eau pure doit donner moins de 0.2 milligramme par litre d'ammoniaque albuminoïde.

De 0.2 à 0.3 milligramme l'eau sera médiocre et des quantités d'ammoniaque albuminoïde dépassant 0.3 milligramme par litre seront une indication que l'eau n'est pas assez pure pour l'alimentation.

Si donc une eau donne des résultats satisfaisants pour la limpidité, le goût, l'odeur, l'oxygène en dissolution et les matières organiques, et qu'elle ne contient pas plus de 1 à 2 centièmes de milligramme par litre de substances actives ou toxiques, comme plomb, iode, arsenic, il ne restera plus qu'à considérer l'eau pour les matières salines usuelles en solution. On rencontre souvent des tableaux indiquant des nombres maximums pour les quantités de chlore, d'acide sulfurique, etc., et disant que le résidu par litre d'une eau de bonne qualité ne doit pas dépasser 500 milligrammes. Ces tableaux ne sont pas exacts et ne répondent pas à la réalité des faits. Beaucoup de personnes et même des personnes ayant plutôt une santé délicate boivent exclusivement, régulièrement et pendant des années les eaux minérales dites eaux de table qui renferment souvent des quantités de chlorures, sulfates, etc., en quantités bien plus fortes que ce qui est indiqué dans ces tableaux,

et ces personnes se trouvent fort bien de l'usage exclusif et régulier de ces eaux. A table, souvent on ajoute quelques décigrammes de sel sur les légumes à l'instant même où on les mange et en même temps on boit de l'eau ; que ce chlorure de sodium vienne dans notre organisme en étant posé sur des légumes ou bien qu'il y arrive se trouvant en dissolution dans l'eau qu'on boit au même instant, il doit être certain que son action éventuelle sur notre organisme sera exactement la même.

Je pense donc que l'on peut admettre dans une eau potable des quantités de chlorure de sodium bien plus élevées que celles qui se trouvent indiquées dans ces tableaux. On pourra admettre jusqu'à 250 milligrammes par litre de chlorure de sodium pour une eau potable et ne déclarer une eau mauvaise que si la quantité arrive à 500 milligrammes par litre.

Des quantités de 300 à 400 milligrammes par litre correspondront à une eau médiocre. De même pour l'alimentation il est avantageux d'avoir dans l'eau une certaine quantité de se's de chaux qui peut aller jusqu'à vers 300 milligrammes par litre (soit donc 150 milligrammes de chaux par litre). Il est préférable d'avoir la chaux à l'état de bicarbonate, le sulfate de chaux n'étant pas d'un goût aussi agréable ; on devra donc en admettre une moindre quantité.

La magnésie doit exister en quantité bien moindre que la chaux, ses sels donnant des propriétés laxatives à l'eau. Une eau potable ne devra pas en contenir plus de 50 milligrammes par litre. La magnésie devra exister principalement à l'état de bicarbonate, les sulfates et chlorures de magnésie ayant un goût amer prononcé.

Dans une eau potable on peut, en dehors de chlorure de sodium, admettre aussi de petites quantités de sulfate et de carbonate de soude, mais le sulfate de soude étant laxatif et le carbonate de soude donnant à l'eau un léger goût de lessive, ces sels ne devront exister qu'en assez faible quantité ne dépassant pas 50 milligrammes par litre pour une bonne eau. Les nitrates donnent un goût frais, agréable, et peuvent exister sans inconvénient jusqu'à une dizaine de milligrammes par litre de  $N^2O^5$  dans une bonne eau potable. De même on peut admettre quelques milligrammes d'ammoniaque à condition, bien entendu, que l'eau ne contienne que fort peu de matières organiques.

Même dans une eau ne contenant que des traces de matières organiques on observe souvent que l'ammoniaque contenue se transforme assez rapidement en nitrate, ou bien que les nitrates primitivement contenus se transforment en ammoniaque. Cela dépend des conditions où se trouve l'eau et de la flore bactérienne qui peut s'y développer ; tant qu'il n'y a pas en même temps des matières organiques, cela ne représente rien d'inquiétant, la présence des nitrates étant pourtant plus avantageuse, car elle correspond généralement à une eau aérée, l'ammoniaque se trouvant plutôt dans les eaux où l'oxygène fait défaut. Une bonne eau potable ne doit renfermer que très peu de sels de potasse et deux à trois centigrammes de potasse ( $K^2O$ ) sera, je pense, le maximum que l'on doit admettre.

On voit donc que les substances qui peuvent exister en quantité relativement assez forte, sont le chlorure de sodium et le bicarbonate de chaux ; les autres substances doivent se trouver seulement en quantité bien moindre, et d'après ce que nous avons dit, on voit que le résidu par litre pour une eau potable peut, au total, atteindre 700 à 800 milligrammes et que ce n'est que si le résidu par litre dépasse sensiblement 1 gramme que l'eau sera déclarée mauvaise, ne convenant pas pour l'alimentation. On ne peut pas fixer de chiffre précis, car il faut considérer non pas seulement le total mais aussi la nature du résidu.

Une eau contenant 700 milligrammes consistant en chlorure de sodium et bicarbonate de chaux sera beaucoup meilleure qu'une eau qui contiendra 700 milligrammes, mais consistant surtout en sulfate de soude et sulfate de magnésie, et devrait alors être déclarée ne pas convenir pour l'alimentation. Mais ce qu'il faut également considérer c'est qu'on ne peut pas en général donner une opinion définitive sur une eau d'après une seule analyse chimique. Il faut que la composition d'une eau montre une certaine constance et si de brusques variations de quantité viennent se montrer pour un ou plusieurs éléments, il faut toujours penser à l'éventualité d'une contamination. Il faut considérer d'où l'eau provient, de quels terrains elle est prise, à quelles influences



elle est exposée, la formation géologique de la contrée où l'eau est prélevée, le voisinage de lieux habités, etc.

Une augmentation dans le chlorure de sodium ou, plus encore, une augmentation simultanée de l'ammoniaque et des matières organiques, sont des indices suspects et correspondent souvent à une contamination par des eaux sales qu'il faut alors rechercher, en établir la provenance, afin d'y pouvoir remédier.

Si une eau de puits riche en bicarbonates de chaux montre une diminution de ces bicarbonates, cela devra faire suspecter une contamination par des eaux de surface qui généralement contiennent moins de sels de chaux. Pour les eaux de puits, les quantités d'eau prises par les pompes peuvent avoir une influence ; il ressort donc que pour juger une eau il ne faut pas manquer de prendre en considération tous les éléments de situation qui souvent sont aussi importants que l'analyse chimique. Finalement, l'eau destinée à l'alimentation doit aussi être soumise à un examen bactériologique, car souvent une eau qui par l'analyse chimique semblerait excellente, peut être fort dangereuse par la présence de bacilles pathogènes ; mais ceci est une toute autre question qui n'a pas à être considérée dans ces notes qui traitent d'analyse purement chimique.

## 2.—EAU POUR LES CHAUDIÈRES DES MACHINES À VAPEUR.

Pour juger ces eaux il faut penser aux phénomènes qui se produiront quand l'eau sera chauffée à l'ébullition et quand elle se concentrera sensiblement par suite de la production et du dégagement de vapeur.

Considérons donc les différentes substances qui peuvent exister dans une eau. La limpidité n'est pas indispensable. Un peu d'argile en suspension ne présente pas d'inconvénient ; il faut seulement considérer la quantité qui, autant elle sera plus grande, autant elle exigera de plus fréquents nettoyages des chaudières. Les substances à action active, comme iode, arsenic, plomb, cuivre, etc., existant en quantités minimes comme on peut les rencontrer dans les eaux, n'ont pas d'inconvénient. Par contre, l'eau ne doit pas contenir trop de matières organiques. On peut en admettre un peu plus que pour les eaux servant de boisson, mais dans les chaudières l'eau est souvent chauffée à des températures assez fortes (130° et au delà) et à ces températures les matières organiques peuvent amener la production de mauvaises odeurs qui se transmettront dans la vapeur et pourront être un inconvénient. L'eau ne doit pas contenir de chlorure de magnésium, car, quand l'eau se concentre, ce sel se décompose, il se dégage de l'acide chlorhydrique, qui se trouve alors dans la vapeur et qui attaquera les tuyaux et parties métalliques des machines. On doit donc toujours spécialement rechercher le chlorure de magnésium. Les sels solubles et qui n'éprouvent pas de changement pendant l'ébullition, comme chlorure de sodium, sulfate de soude, carbonate de soude, peuvent exister en quantité assez forte et sans inconvénient dans l'eau ; quelques grammes par litre d'eau peuvent être admis, mais il faut retenir que les nettoyages de la chaudière devront être d'autant plus fréquents que ces sels seront plus abondants, car l'eau ne devra jamais s'y concentrer à un degré tel que ces sels puissent commencer à se déposer d'une façon appréciable.

Parmi les sels solubles qui se déposent ainsi il faut considérer en premier lieu le sulfate de chaux, qui est relativement peu soluble dans l'eau. Une eau pour chaudière ne doit donc pas contenir beaucoup de sulfate de chaux, et si on devait employer une telle eau, il serait avantageux d'en éliminer d'abord le sulfate de chaux par une addition de carbonate de soude. Si l'eau contient des bicarbonates de chaux et de magnésie, ils se transforment en carbonates et se précipitent, dès que l'eau entre en ébullition. Il faut donc se rendre compte de la quantité de bicarbonates qui existent pour juger de l'importance du précipité qui se forme dans l'eau et qui peut se fixer aux parois intérieures des chaudières, et dans ce cas aussi, les nettoyages des chaudières seront d'autant plus fréquents qu'il y aura plus de ces bicarbonates dans l'eau. Aussi, quand ils existent en assez forte quantité, peut-il être avantageux d'ajouter préalablement une quantité dosée d'eau

de chaux qui produira la précipitation du carbonate de chaux et de magnésie, et seulement après un repos ou une filtration, l'eau limpide ainsi séparée sera introduite dans les chaudières. On peut même combiner un double traitement, d'abord à l'eau de chaux pour séparer les carbonates de chaux et de magnésie, et ensuite une addition de carbonate de soude pour éliminer la chaux et la magnésie pouvant exister à l'état de sulfate ou de chlorure. Il ne restera ainsi dans l'eau pour ainsi dire que des sels de soude très solubles, c'est-à-dire les sels présentant le moins d'inconvénient pour les chaudières. Il est bon que l'eau des chaudières soit toujours au moins légèrement alcaline par la présence d'un peu de carbonate de soude : les eaux renferment toujours de la silice qui forme aussi des dépôts sur les parois des chaudières, et la présence d'un peu de carbonate de soude empêche ou retarde la formation de ces dépôts.

### 3.—USAGES INDUSTRIELS.

Il n'est pas possible de donner de règles pour apprécier une eau destinée seulement à des usages industriels. Chaque cas particulier a ses exigences et tel composé qui pour une industrie ne présente aucun inconvénient, doit, au contraire, être évité pour une autre industrie. C'est donc la nature même de l'industrie qui indiquera quelle composition on peut admettre.

Je veux pourtant indiquer ici que l'eau destinée à fabriquer la glace artificielle doit être très pure et répondre aux mêmes exigences que l'eau devant servir de boisson. Il est d'usage fréquent de mettre des morceaux de glace directement dans les liquides que l'on boit. Ce seul fait donne à comprendre que la glace ne peut être fabriquée qu'avec de l'eau pure et que son examen chimique et bactériologique est tout à fait indispensable.

---













